CIÊNCIAS RURAIS

NO SÉCULO XXI

EZEQUIEL REDIN

(ORGANIZADOR)

Editora Poisson

VOLUME 7

Ezequiel Redin
(Organizador)

Ciências Rurais no Século XXI
Volume 7

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2025

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
MSc. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
MSc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciências Rurais no Século XXI - Volume 7
Organização: Ezequiel Redin - Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2025

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-582-3
DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Agricultura 2. Meio Ambiente 3. Zootecnia 4. Ciências Agrárias I. REDIN, Ezequiel II. Título.

CDD-630

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterado.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: O sabor da história: como o café financiou a modernização brasileira 06

Rafael de Almeida Lima, Edemar Ferrarezi Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.01

Capítulo 2: Trajetória e importância econômica da soja para o Brasil 15

Gean Leonardo da Cruz, Edemar Ferrarezi Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.02

Capítulo 3: Aplicabilidade do conceito saúde única no bem-estar dos animais de produção 25

Djonathan Adamante

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.03

Capítulo 4: Coturnicultura: potencial econômico e sustentável para pequenos e médios produtores 32

Henrique Irano dos Reis, Edemar Ferrarezi Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.04

Capítulo 5: Aplicação da *internet* das coisas no agronegócio: monitoramento de animais de pastagem..... 40

Wanderson Pereira dos Santos, Newton Licciardi

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.05

Capítulo 6: O potencial da família *Euphorbiaceae* como bioinsumo botânico no controle de pragas, doenças e plantas daninhas 59

Viviane Nunes dos Santos, Carlos Roberto Silva de Oliveira, Maria de Fátima Caetano da Silva, Aline Dayanna Alves de Lima Marcelino, Alessandra Rezende Ramos, Evelyn Auane de Oliveira Castro, Roseane Cavalcanti dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.06

Capítulo 7: Consórcio de couve de folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*) com plantas aromáticas e suas implicações no manejo do pulgão *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis, 1914) (Hemiptera: Aphididae) 71

Maria Janiele Alexandre Carvalho, Lucas Matheus Monteiro dos Santos, Geordan Olegário dos Santos Primo, Cláudia Helena Cysneiros Matos, Carlos Romero Ferreira de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Viroides no Nordeste brasileiro: uma revisão narrativa 94
Rebeca, B. F. S., Priscila, A. G., Rosimeire, P. O., José, H. O., Elielson, S. R.
DOI: 10.36229/978-65-5866-582-3.CAP.08

Autores 102

Capítulo 1

O sabor da história: como o café financiou a modernização brasileira

Rafael de Almeida Lima
Edemar Ferrarezi Junior

Resumo: O café fixou-se como uma das principais e importantes *commodities* mundiais, iniciando sua trajetória pelo mundo árabe no século XVI, avançando pela Europa se introduzindo no Brasil no ano de 1727, onde se tornou motor principal da economia entre os séculos XIX e XX, custeando a infraestrutura, a industrialização lançando o país no comércio internacional. Este estudo tem como objetivo principal analisar a trajetória histórica do café e sua relevância no desenvolvimento econômico nacional. Assim, realizou-se um levantamento bibliográfico, de abordagem qualitativa descritiva, que foi capaz de relacionar aspectos históricos e sociais de mercado. Os resultados trouxeram à luz da realidade que o consumo interno passou de 10,5 milhões de sacas em 2005 para 21,7 milhões em 2025, já o consumo *per capita* alcançou níveis elevados, evidenciando a forte presença cultural da bebida no cotidiano brasileiro. Para tanto, o preço médio ao consumidor amentou muito, saltando de R$ 16,78/kg em 2020 para R$ 42,65/kg em 2025, influenciado por fatores climáticos, custos de produção e, oscilações cambiais. Desta forma, conclui-se que o café deixa de ser somente um produto agrícola, passando a ser um elemento cultural, social e, econômico, além de manter uma posição estratégica no agronegócio e na economia brasileira, assumindo uma posição de destaque quanto a geração de riquezas e identidade nacional.

Palavras-Chave: Café, Economia, Consumo interno, Desenvolvimento, Agronegócio.

1. INTRODUÇÃO

O café possui uma trajetória histórica que ultrapassa fronteiras geográficas e culturais, além de ser considerada uma das commodities mais importantes do mundo. Sua consolidação como bebida ocorreu no mundo árabe, tornando-se um hábito cultural sólida entre os séculos XVI e XVII. Já a partir do século XVIII, o café passou a ser cultivado em diferentes continentes, alcançando destaque na América Latina, mais precisamente no Brasil, fato este que mais tarde tornaria o Brasil o maior produtor mundial de café (Fernandes, 2016). Assim, o café consolidou-se como elemento estruturador de dinâmicas sociais e econômicas.

O chamado Ciclo do Café representou uma das fases mais marcantes da economia brasileira, especialmente entre o século XIX e início do século XX. De acordo com Prado Júnior (2008), entre 1851 e 1900, as exportações brasileiras de café aumentaram em aproximadamente 200%, fato que garantiu divisas, gerando emprego além de contribuiu para a formação de infraestrutura logística, como ferrovias e portos. Ciclo este que foi responsável por dinamizar a economia, atraindo mão de obra imigrante e criando condições para novos investimentos no país.

O café, portanto, foi base sólida e robusta no que tange a modernização da econômica brasileira. Toda acumulação de capitais, resultantes das exportações, possibilitaram a diversificação produtiva servindo de alicerce para a industrialização que surgia no início do século XX. Segundo Cano (2012), todo o excedente gerado pela economia cafeeira foi aplicado em setores urbanos e industriais, corroborando com uma economia mais complexa e integrada. Tornando o café o vetor fundamental da modernização econômica nacional.

No panorama atual, o café continua a desempenhar um relevante papel, mas sob novas perspectivas. O consumo interno é crescente e o preço ao consumidor final reflete tanto oscilações do mercado internacional quanto custos de produção internos. Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC, 2024), o consumo per capita no Brasil passou de 4,9 kg / habitante em 2005 para 6,1 kg / habitante em 2024, acompanhando o aumento da renda e da valorização do café como produto de qualidade diferenciada. No entanto, o preço médio ao consumidor também apresentou elevações significativas, acompanhando variações cambiais e custos de insumos, o que impacta diretamente a percepção do café no cotidiano das famílias.

O objetivo desta pesquisa é analisar a história do café e sua relevância para o desenvolvimento econômico.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1. ORIGENS E EXPANSÃO HISTÓRICA DO CAFÉ

O café, uma semente originária das terras altas da Etiópia, alcançou inicialmente o mundo árabe, consolidando-se como bebida de grande relevância cultural e social a partir do século XVI. Sua difusão através da Península Arábica e por todo Império Otomano fez do café um produto de inconfundível prestígio, inserido em rituais sociais e até religiosos (Fernandes, 2020).

A partir do século XVII, a semente do café chega à Europa através das rotas comerciais do Oriente Médio, sendo incorporado inicialmente em círculos aristocráticos e,

posteriormente, em setores mais amplos da população urbana, tornando-se um símbolo de sociabilidade e um estimulante da vida pública nos cafés europeus (Grinberg, 2002).

No Brasil, a chegada do café aconteceu no ano de 1727, vindo através do sargento-mor Francisco de Melo Palheta, que trouxe mudas vindas da Guiana Francesa para o estado do Pará (Pinto, 2025). Logo após seu cultivo se expandiu para o Rio de Janeiro e, para o Vale do Paraíba e todo o interior paulista, estabelecendo-se como principal atividade agrícola ao longo do século XIX. Com o aumento da demanda internacional, mais precisamente na Europa e nos Estados Unidos, Brasil passa a garantir o posto de maior produtor mundial, posição esta que mantém até os dias atuais (Brasil, 2021).

Todo esse processo ligado a expansão colaborou com as transformações estruturais marcantes, como o uso intensivo da mão de obra escravizada que, posterirormente foi substituída por imigrantes europeus logo após a abolição da escravidão no ano de 1888, além da incorporação de tecnologias novas para o período, como as ferrovias, estas que ligavam as zonas produtoras aos portos exportadores (Dean, 1977).

Nesse contexto, o café não apenas dinamizou a economia nacional, como também contribuiu massivamente para a urbanização e formação de uma sociedade cafeeira inserindo o Brasil no comércio internacional (Fausto, 2015).

Além do grande impacto no cenário externo, a cultura cafeeira também contribuiu para a formação de uma identidade nacional. O café deixa de simbolizar apenas riqueza e desenvolvimento econômico, e passa a ser um elemento da cultura brasileira, presente na mesa das mais variadas famílias, nos hábitos sociais e na representação do país no exterior. De acordo com Moraes (2010), o café foi progressivamente incorporado ao imaginário coletivo como parte indispensável da brasilidade, expressando tanto o orgulho da produção nacional quanto a capacidade de projetar o Brasil como protagonista dentro de um cenário agrícola mundial.

Dessa maneira, é importante compreender as origens e a expansão do café no Brasil, identificando como um produto de origens agrícola transformou-se em veículo decisivo da história econômica, social e, cultural brasileira, construindo práticas de trabalho, comércio e identidade nacional.

2.2. O CICLO DO CAFÉ E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

O Ciclo do Café tendo historicamente seu início no século XIX na década de 1930 estabeleceu-se como esteio estruturante da economia brasileira, responsável por realizar grandes transformações econômicas, sociais e, políticas. Mais do que um produto agrícola destinado à exportação, o café representou o início para o avanço urbano, além da modernização e da formação de uma líder na direção central no contexto nacional (Furtado, 2007).

A expansão cafeeira provocou em mudanças marcantes na organização do território. Com o crescimento das lavouras, alcançando todo oeste paulista não apenas redefiniu a fronteira agrícola, mas também estimulou a construção de ferrovias, estas que ligavam as áreas produtoras do café aos portos exportadores, especialmente o de Santos. De acordo com Dean (1991), esse movimento reduziu altos custos com o transporte, fortalecendo a competitividade internacional do produto além de provocar a integração do mercado interno.

Com a abolição da escravidão em 1888 e a vinda ao Brasil dos imigrantes europeus, especificamente os italianos, a estrutura da mão de obra começa a sofrer alterações. A troca do trabalho escravizado pelo assalariado modifica as relações de produção, e passa a introduzir novas rotinas agrícolas e sociais. Holloway (1984) relata que primeiramente aconteceram os contratos de parceria e, posteriormente, surgiu o trabalho livre assalariado, e que foi decisivo quanto a consolidação de um novo método econômico nas fazendas de café, fato esse que deu forças a formação de um novo mercado consumidor urbano.

Já sob a ótica política, o café cedeu poderes à elite paulista e mineira, dando origem a chamada política do "café com leite", dominante no dispositivo da Primeira República (1889 - 1930). De acordo com Sodré (1990), a aliança política que predominava na hegemonia econômica de São Paulo, a tinha como principal exportador de café, e de Minas Gerais, como soberbo produtor de leite além de base eleitoral estratégica. Toda essa correlação de potencias permitiu que o setor cafeeiro determinasse grande parte das diretrizes econômicas nacionais.

Outro relevante e grande marco foi a política de valorização do café, esta que se iniciou com o Convênio de Taubaté de 1906. Onde de frente a superprodução e da queda dos preços internacionais, o acordo passa a estabelecer que o governo compraria e estocaria parte da produção, fato este que garantiria a permanência e estabilidade dos preços. Prado Júnior (2008) destaca que essa medida descreveu um amplo e inédito esforço de articulação entre Estado e produtores, antecipando práticas de regulação econômica, tornando se comuns em períodos posteriores.

Não obstante, a dependência do café trouxe consigo fragilidades quanto as estruturas. Com a crise de 1929, conhecida como o colapso da Bolsa de Nova York, reduziu-se drasticamente a demanda mundial, fato este que fez despencar os preços praticados pela saca. Fausto (2015) completa que o impacto da crise elevou a busca por alternativas econômicas internas, oportunizando a industrialização como sendo uma nova e promissora via para acumulação e abertura de novos caminhos para o fim da preponderância política dos monopólios cafeeiros.

Dessa maneira, o ciclo do café precisa ser compreendido como fenômeno que ultrapassou o campo da produção agrícola. Ele ainda transformou instituições políticas, redesenhou o território nacional, impulsionou a imigração, promoveu a urbanização e mais adiante financiou os primeiros acontecimentos no tangente da industrialização brasileira. Martins (2013), concorda que o café foi mais do que um produto de exportação, foi o pivô central para construção de um Brasil moderno.

2.3. CAFÉ COMO BASE PARA MODERNIZAÇÃO ECONÔMICA

A modernização econômica brasileira sempre esteve fortemente ligada às dinâmicas geradas pelos movimentos das exportações de café, mais especificamente na segunda metade do século XIX e primeiras décadas do século XX. Entre os anos de 1851 e 1900, houve um crescimento exponencial de 200% nas exportações nacionais do café, segundo Prado Júnior (2008), esse resultado possibilitou a transferência de recursos para setores mais emergentes, como o comércio, departamentos de serviços financeiros e, a própria indústria manufatureira. Com esse escoamento temporal e constante de capitais passou-se a favorecer a diversificação da economia, mitigando gradualmente a dependência da

cultura do café, ou monocultura instalando um espaço para criação de uma estrutura mais produtiva, complexa e, integrada.

O compromisso do café não se limitou apenas a retenção de divisas através das exportações. Todos os recursos gerados por essa atividade foram investidos em obras relacionadas a infraestrutura urbana, na proliferação da malha ferroviária e na renovação dos portos, especialmente o de Santos, que por muito tempo foi o principal elo na ligação entre a produção paulista e o mercado de consumo internacional. Além disso, a consolidação do sistema bancário, este estimulado pela necessidade de crédito agrícola e comercial, proporcionou a circulação de capitais viabilizando o surgimento de novas instituições financeiras nacionais. Para Fausto (2015), esse combo de enormes transformações foi decisivo para o nascimento da cidade de São Paulo como grande centro industrial e financeiro do país.

Um outro aspecto significativo foi a vinculação entre o café e o acumulo de capital. Furtado (2007) afirma que o crescimento da cultura cafeeira desempenhou um decisivo papel na transformação do Brasil, antes de economia agrária-exportadora para uma economia capitalista e moderna, operando como elo central de ligação entre o campo versus indústria. Perfazendo essa análise, Singer (1977) ressalta que toda renda gerada pela cafeicultura representou o principal sistema na formação do capital interno, gerando ao país redução na dependência dos investimentos estrangeiros para com a industrialização nascente no período.

As reais mudanças urbanas foram intensificadas através das riquezas gerada com o café. Cidades como São Paulo e Campinas participaram de um rápido crescimento populacional e a diversificação das atividades econômicas, inserindo serviços de energia elétrica, transporte coletivo, comunicação e, saneamento básico. Dean (1991) afirma que o processo urbano-industrial só existiu devido a presença do capital cafeeiro, possibilitando condições financeiras necessárias para a formação de uma classe empresarial além da modernização dos espaços urbanos.

3. METODOLOGIA

Esse estudo é conduzido através de um levantamento bibliográfico que aborda a história do café e sua importância econômica. Segundo Gil (2008), a pesquisa bibliográfica constitui-se de materiais já elaborados, proporcionando ao pesquisador uma compreensão abrangente sobre o tema e permitindo a construção de reflexões críticas. Assim, o estudo buscará sistematizar as principais contribuições teóricas e históricas sobre a cafeicultura, de modo a evidenciar sua relação direta com o desenvolvimento econômico brasileiro.

No que se refere à natureza da abordagem, esta pesquisa adotou um caráter qualitativo descritivo. Para Minayo (2010), a pesquisa qualitativa trabalha com muitos significados, valores, crenças e, representações sociais, adequada quando o objetivo é explorar fenômenos em suas dimensões subjetivas e ou históricas. Dessa forma, a investigação descritiva permitirá evidenciar conexões entre a expansão da cultura cafeeira, impactos econômicos e, sociais no Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do mercado cafeeiro brasileiro mostra significativas mudanças ao longo das últimas duas décadas, tanto em relação ao volume consumido internamente quanto no comportamento dos preços. O café, além de ser relevante economicamente, faz parte da cultura e do cotidiano de muitas famílias brasileiras, o que reforça sua importância estratégica para o agronegócio e para a indústria de alimentos e bebidas. Nesse âmbito, a evolução do mercado do café no Brasil entre os anos de 2005 e 2025 apresentaram dados importantes quanto ao consumo interno, consumo per capita e, preços praticados ao consumidor (Tabela 1).

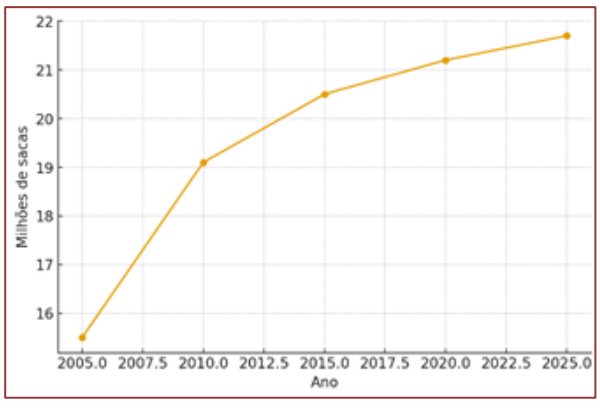
Tabela 1: Consumo interno, consumo per capita e preço médio do café no Brasil (2005–2025)

Ano	Consumo interno (milhões de sacas)	Consumo per capta (kg / hab. / ano)	Preço consumidor (R$ / kg)
2005	10,5	4,11	----
2010	19,1	4,81	----
2015	20,5	4,90	----
2020	21,2	4,79	R$16,78
2025	21,7	---	R$29,62 (jan.) R$42,65 (dez.)

Fonte: Dados compilados de ABIC (2025a; 2025b) e Lucena (2025).

Como visto na tabela, é claro e evidente que o consumo interno de café no Brasil passou de 10,5 milhões de sacas no ano de 2005 para 21,7 milhões em 2025, expressando um crescimento contínuo e exponencial ao longo do período analisado (Figura 1). Esse avanço de aproximadamente 40% demonstra não apenas a força do mercado doméstico, mas também o caráter cultural profundamente enraizado do consumo de café no país (Nicikava; Ferrarezi Junior, 2022).

Figura 1: Consumo interno de café no Brasil (2005–2025)

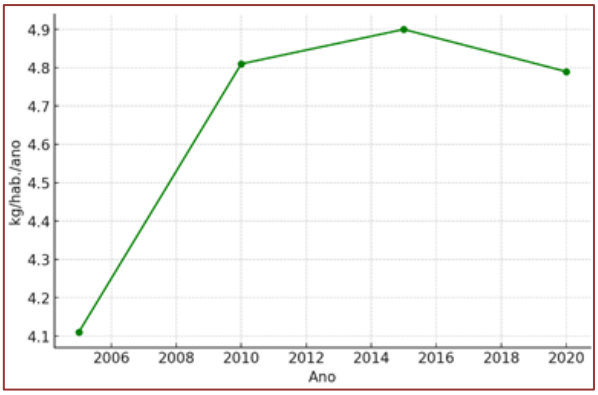


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ABIC (2025a; 2025b).

Quanto ao consumo per capita acompanha paralelamente essa tendência, passando de 4,11 quilogramas habitante por ano ainda em 2005 para 4,90 quilogramas habitante ano ainda em 2015, consolidando o café como hábito no cotidiano dos brasileiros. Já em 2020,

observa-se uma leve retração quanto ao consumo, para 4,79 quilogramas habitante ano, fato este que possivelmente sofreu interferência da crise econômica e das mudanças em padrões de consumo decorrentes do período da pandemia da Covid-19 (Figura 2).Mesmo com dessa oscilação, ou leve queda no consumo pelos brasileiros, a trajetória histórica demonstra estabilidade em patamares elevados, confirmando a permanência do café como um dos produtos essenciais a dieta da população (ABIC, 2025b).

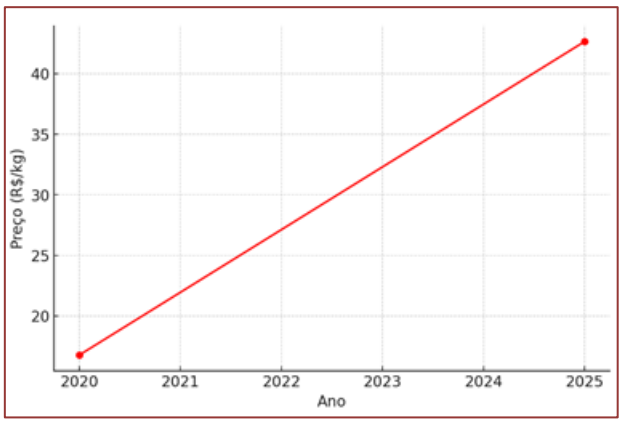
Figura 2: Consumo per capita de café no Brasil (2005–2025)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ABIC (2025b).

O aspecto mais expressivo da série histórica refere-se aos preços praticados ao mercado consumidor. No ano de 2020, o café custava em média R$ 16,78/kg, mas em janeiro de 2025 atingiu R$ 29,62/kg em janeiro e estimasse que chegará a cifra de R$ 42,65/kg em dezembro, configurando um aumento de quase 40% para apenas um ano (Figura 3). Essa valorização está ligada diretamente a fatores relevantes como, eventos climáticos adversos, o aumento dos custos com a produção, pressões inflacionárias internas e, sobretudo e não tão menos importante, à grande influência do mercado internacional das commodities, este último que impacta diretamente na formação de preços para o Brasil (Brasil, 2021; Lucena, 2025).

Figura 3: Preço médio do café ao consumidor no Brasil (2005 - 2025)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Brasil (2021) e Lucena (2025).

Dessa forma, é notório que os resultados demonstram que o café manteve sua relevância no mercado brasileiro entre 2005 e 2025, tanto em termos de consumo interno quanto de presença cultural e econômica. Enquanto a demanda mostrou estabilidade com tendência para o crescimento, já os preços revelaram maior sensibilidade a fatores externos e internos, configurando-se como o principal desafio na a manutenção do equilíbrio entre produtores, indústria e consumidores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerasse que o estudo das origens do café e do seu comportamento frente ao mercado revelou-se essencial na compreensão não apenas da trajetória histórica dessa commodity, mas também do seu papel como elemento central no desenvolvimento socioeconômico. A análise mostrou que o café extrapola a condição de simples produto agrícola, constituindo-se como um fator de transformação cultural, econômica e social, desde sua introdução no Brasil até o cenário contemporâneo. Esse entendimento reforça a importância de pesquisas que relacionem aspectos históricos com dinâmicas de mercado, possibilitando uma visão mais ampla sobre a relevância do café na construção da identidade nacional e no fortalecimento da economia.

Conclui-se que o objetivo foi alcançado, pois conseguiu-se demonstrar a variação positiva e os valores crescentes associados à agricultura e ao comércio do café, evidenciando sua relevância econômica para o país. Ao longo do tempo, o setor cafeeiro tornou-se capaz de gerar divisas, atrair investimentos proporcionando renda a milhares de famílias, estabelecendo-se como força motriz de uma economia em vários momentos da história. Assim, a análise realizada reafirma que o café permanece como um dos pilares fundamentais da economia brasileira, sustentando seu papel estratégico na geração de riquezas e no fortalecimento do desenvolvimento nacional.

REFERÊNCIAS

[1] ABIC – Associação Brasileira da Indústria do Café. Indicadores da indústria do café. São Paulo, 2024. Disponível em: https://abic.com.br. Acesso em: 7 set. 2025.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Evolução do consumo interno de café e consumo per capita no Brasil (2005-2010). São Paulo, 2025a. Disponível em: https://www.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/. Acesso em: 1 set. 2025.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Indicadores da indústria de café: Brasil segue como segundo maior consumidor mundial (2025). São Paulo, 2025b. Disponível em: https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria-de-cafe/. Acesso em: 1 set. 2025.

[4] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Conheça a história do café no mundo e como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador da bebida. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-cafe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida. Acesso em: 1 set. 2025.

[5] CANABRAVA, Alice P. O comércio de café e a economia brasileira. São Paulo: Hucitec, 2005.

[6] CANO, Wilson. *Raízes da concentração industrial em São Paulo.* 5. ed. Campinas: Unicamp, 2012.

[7] DEAN, Warren. A industrialização de São Paulo (1880–1945). 2. ed. São Paulo: DIFEL, 1991.

[8] DEAN, Warren. A industrialização de São Paulo. 3. ed. São Paulo: DIFEL, 1977.

[9] FAUSTO, Boris. História do Brasil. 14. ed. São Paulo: Edusp, 2015.

[10] FERNANDES, Cláudia. *História do café: das origens ao mercado global*. Rio de Janeiro: FGV, 2020.

[11] FERNANDES, Maria Augusta. *História do café: das origens ao Brasil.* São Paulo: Contexto, 2016.

[12] FERREIRA, Márcio. A importância do café na origem da economia brasileira. Jornal GGN, 2018. Disponível em: https://jornalggn.com.br/historia/a-importancia-do-cafe-na-origem-da-economia-brasileira-por-marcio-ferreira/. Acesso em: 1 set. 2025.

[13] FURTADO, Celso. Formação econômica do Brasil. 34. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2007.

[14] GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[15] HOLLOWAY, Thomas H. Imigrantes para o café: a colonização no oeste de São Paulo, 1880–1930. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.

[16] JUSTINO, Matheus Arrulo. Uma análise do impacto do Ciclo do Café no processo de industrialização do Brasil. Monografia (Ciências Sociais Aplicadas) — Anima Educação, 2022. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/25817. Acesso em: 01 set. 2025.

[17] JUSTINO, Ricardo. História econômica do Brasil: ciclos e transformações. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

[18] LUCENA, D. Preço do café bate recorde e deve continuar pressionando inflação em 2025. Estado de Minas, Belo Horizonte, 30 jan. 2025. Economia. Disponível em: https://www.em.com.br/economia/2025/01/7047813-preco-do-cafe-bate-recorde-e-deve-continuar-pressionando-inflacao-em-2025.html. Acesso em: 1 set. 2025.

[19] MARTINS, José de Souza. O cativeiro da terra. São Paulo: Contexto, 2013.

[20] MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

[21] MUNDO EDUCAÇÃO. Economia cafeeira no Brasil. São Paulo, 2025. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/historiadobrasil/economia-cafeeira.htm. Acesso em: 1 set. 2025.

[22] PINTO, Rodrigo. *História e economia do café no Brasil*. São Paulo: Edusp, 2025.

[23] PINTO, Tales dos Santos. O café no Brasil: suas origens. Brasil Escola, 2025. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/historia/o-cafe-no-brasil-suas-origens.htm. Acesso em: 1 set. 2025.

[24] PRADO JÚNIOR, Caio. Formação do Brasil contemporâneo. 23. ed. São Paulo: Brasiliense, 2008.

[25] PRADO JÚNIOR, Caio. *História econômica do Brasil*. 43. ed. São Paulo: Brasiliense, 2008.

[26] SINGER, Paul. Desenvolvimento econômico e evolução urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977.

[27] SODRÉ, Nelson Werneck. História da burguesia brasileira. Rio de Janeiro: Vozes, 1990.

[28] UNIVERSITÁRIA FM. Preço do café: em cinco anos aumento de 234%. UFLA, 12 fev. 2025. Disponível em: http://www.universitariafm.ufla.br/?p=41387. Acesso em: 1 set. 2025.

Capítulo 2

Trajetória e importância econômica da soja para o Brasil

Gean Leonardo da Cruz
Edemar Ferrarezi Junior

Resumo: A soja, natural do Leste Asiático e plantada há mais de cinco mil anos, estabeleceu-se no Brasil a partir do século XX, com visibilidade entre as décadas de 60 e 70, quando o avanço da pesquisa agrícola e a adaptação ao Cerrado permitiram sua disseminação para novas fronteiras. Hoje em dia, é a principal commodity agrícola do país, responsável direta por articular cadeias produtivas, impulsionando o agronegócio além de garantir a liderança frente ao mercado internacional. O objetivo deste estudo foi analisar a trajetória histórica da soja, desde suas origens até sua consolidação no Brasil, discutir sua relevância econômica e estratégica, destacando sua força participativa no Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Para tanto, utilizou-se uma metodologia documental e estatística descritiva.Os resultados evidenciam que a soja praticamente dobrou sua área cultivada entre os anos de 2010 e 2025, passando de 24,18 milhões para 47,45 milhões de hectares, enquanto a produção cresceu expressivamente mais de 120%, alcançando 166 milhões de toneladas. Também foi observado aumento relevante no processamento interno, no valor agregado e, na participação da *commodity* no PIB do agronegócio. Conclui-se que a soja deixou de ser só uma cultura agrícola para se tornar motor estratégico do desenvolvimento econômico brasileiro, com impactos sociais, regionais e geopolíticos, confirmando a importância deste estudo para compreender sua importância histórica atual.

Palavras-Chave: Soja, Agronegócio, Produto Interno Bruto, *Commodity*, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A soja atingiu o mais alto patamar como sendo uma das principais bases do agronegócio brasileiro, este é resultado de um processo cuja adaptação e expansão a transformou em força motriz na economia nacional. A soja é apontada como uma cultura agrícola responsável por articular cadeias produtivas da produção rural ao comércio internacional, impactando em diversas vertentes sociais e econômicas.

De acordo com o CEPEA e a ABIOVE (2025), o PIB da cadeia da soja e do biodiesel deve alcançar em 2025 R$ 820,9 bilhões, valor equivalente a 6,4% do PIB total brasileiro e a 21,7% do PIB do agronegócio. Esse desempenho decorre de uma safra projetada em 169,7 milhões de toneladas e do aumento do processamento interno, que agrega valor e amplia a competitividade do setor.

Ainda de acordo com os autores o impacto social é expressivo. No primeiro trimestre de 2025, a cadeia empregava cerca de 2,44 milhões de trabalhadores, diretos e indiretos, crescimento superior a 7% em relação ao ano anterior.

Apesar de sua relevância, o setor é vulnerável a oscilações. Em 2024, registrou retração de aproximadamente 5% no PIB, devido a condições climáticas desfavoráveis e à queda dos preços internacionais, fatores que reduziram a rentabilidade dos produtores (CEPEA; ABIOVE, 2024). Essa conjuntura evidencia a dependência da cadeia frente a fatores externos e ambientais.

Globalmente, o Brasil é líder, respondendo por cerca de 60% das exportações mundiais de soja (EMBRAPA, 2025). O país ocupa posição estratégica quanto ao abastecimento de mercados como a China, que é a maior importadora do grão, tornando a soja agente econômico importante politicamente.

Assim, a soja é mantida como elemento estruturante da economia brasileira. Onde toda sua contribuição gera divisas e empregos, envolvendo a industrialização, a inserção internacional, o desenvolvimento regional, mesmo enfrentando desafios ambientais, logísticos e, mercadológicos.

Esse estudo justificasse por ser a soja um dos motores que movimentam a economia do Brasil, e ser este um conteúdo academicamente necessário.

Este artigo tem como objetivo analisar a trajetória histórica da soja desde suas origens até o seu consumo em diferentes culturas, bem como discutir sua relevância econômica e estratégica para o Brasil, destacando o impacto dessa commodity no Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1. ORIGENS DA SOJA

A soja tem sua origem na espécie silvestre Glycine, encontrada em áreas úmidas do Leste Asiático, mais precisamente na região do rio Yangtse, na China. O processo de domesticação da soja ocorreu por volta do século XI a.C., isso aconteceu através de miscigenações naturais e a seleção realizada por agricultores e cientistas chineses, originando à Glycinemax, a soja que cultivasse até os dias de hoje (Agroadvance, 2025; Embrapa, 2016; Aprosoja Brasil, 2024; Sediyama, Silva e Borém 2015).

Ainda para os autores, na antiguidade, a soja era um dos principais grãos cultivados na China, seus registros mencionam a mais de 5.000 anos, sendo a soja um alimento

indispensável, tido como sagrado e prestigiado para fins alimentares, medicinais e, culturais. A soja se avançou lentamente do Norte para o sul da China e depois para países vizinhos como Coreia, Japão e todo Sudeste Asiático ao longo dos séculos.

A soja ficou restrita à Ásia por pelo menos dois milênios, sendo introduzida na Europa no século XVIII, no início utilizada em estudos científicos e ornamentais, cultivada apenas em jardins botânicos. A sua proliferação alcançou os Estados Unidos, entre o final do século XIX e início do século XX passando a ser cultivada comercialmente, despertando a atenção das indústrias por possuir alta concentração de óleo e proteína. Já no Ocidente, a utilização da soja como alimento e matéria-prima só ganhou importância significativa no século XX, especificamente após a Primeira Guerra Mundial, com expansão global constituída pela alta demanda nos mercados agrícolas e industriais (Óleo de Soja Soberano, s.d.; Embrapa, 2016; Agroadvance, 2025).

Essa commodity foi oficialmente introduzida no Brasil no início do século XX, com os primeiros registros de cultivo em pequenas áreas realizado por imigrantes japoneses, inicialmente na Bahia por volta do ano de 1882 e, propriamente, em 1901. No início, sua adaptação era limitada devido a condições climáticas e de solo desfavoráveis, mais precisamente no Nordeste. A partir da década de 1940, com o cultivo da soja no Rio Grande do Sul e avanços voltados a pesquisa agrícola, a soja ganhou força. Mas o verdadeiro impulso para a expansão veio nas décadas de 1960 e 1970 com a criação da Embrapa e a criação e desenvolvimento de variedades adaptadas ao Cerrado, estas que garantiram a expansão para o Centro-Oeste e Norte do Brasil. Crescimento econômico, políticas agrícolas e, a demanda crescente no mercado internacional foram fatores importantes e decisivos para elevar o Brasil ao ranking dos maiores produtores mundiais de soja (Syngenta, 2024; Aprosoja Brasil, 2024).

Consequentemente se demonstra claro e evidente que o caminho histórico da soja, de sua domesticação na Ásia até sua solidificação como cultura estratégica para o Brasil, representou um processo de adaptação contínua e de crescimento global, episódio que é marcado por grandes avanços científicos e necessidades econômicas. Toda essa evolução garantiu que o grão transcendesse fronteiras culturais e geográficas, desenvolvendo toda a base agrícola, tornando a soja, um recurso de grande importância social e produtiva. No contexto brasileiro, a consolidação da soja como commodity não só reflete sua relevância histórica, mas também multiplica sua utilização atual, esta que vai do setor alimentício ao industrial e, energético, aspectos estes que serão entendidos na próxima seção.

2.2. CONSUMO E UTILIZAÇÃO DA SOJA: ALIMENTAÇÃO, INDÚSTRIA E SUSTENTABILIDADE

No Brasil, a soja é utilizada principalmente na produção da alimentação animal, representando cerca de 75% da demanda total. Perto de 60 milhões de toneladas da soja produzida destinam-se à alimentação de aves, suínos e, bovinos caracterizados como farelo de soja(Embrapa, 2025; Brejeiro, 2020; Farm News, 2025).

Mandarino e Roessing (2011) afirma que o consumo humano direto a demanda é menor, porém demonstra crescimento devido ao aumento da popularidade de muitos produtos derivados, como tofu, leite de soja e ainda suplementos proteicos, por possuírem alto valor nutricional e traço de alta proteína, além de estratégica na produção de biocombustíveis.

A soja é a principal matéria prima para produção de óleo vegetal no Brasil, o óleo é empregado na alimentação humana e na produção do biodiesel. O farelo de soja, advindo do processamento do grão, é considerado a base para a indústria de rações animais, por carregarem alta concentração proteica. Já o biodiesel por sua vez, derivado da soja leva consigo grande importância através das políticas públicas, por existir a exigência da mistura de biodiesel ao diesel fóssil, elevando a soja uma commodity estratégica no setor energético, mantendo previsão significativa de crescimento na renda gerada pela cadeia no ano de 2025 (CEPEA, 2025; Embrapa, 2025).

No que diz respeito a produção de soja, o setor enfrenta desafios ambientais como o desmatamento, degradação do solo, uso intensivo de agrotóxicos e, emissão de gases do efeito estufa. Ações para aumentar a sustentabilidade compreendem práticas relacionadas a agricultura de conservação, rotação de culturas e monitoramento ambiental. Todavia, o equilíbrio entre produção econômica e conservação ambiental necessitam melhorias no que se refere as políticas públicas e a maior adoção de práticas sustentáveis pelos produtores (Relatório Escolhas, 2025; Embrapa, 2025).

Entretanto, a soja um insumo versátil e estratégico, com aplicações diversas, reafirma seu papel central na segurança alimentar, no setor energético e, na procura por práticas mais sustentáveis. Toda essa pluralidade de utilização amplia sua posição como a principal commodity agrícola do país, gerando valor agregado nas mais diferentes cadeias produtivas. Por conseguinte, é de fundamental relevância compreender sua importância econômica para o Brasil, especialmente no que imputa a sua contribuição para a cadeia da soja e para o Produto Interno Bruto (PIB) além da sua participação junto ao comércio internacional, entendimentos que serão tratados a seguir.

2.3. A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM O PIB

A soja alcançou o posto de principal commodity agrícola do Brasil, ocupando uma posição de liderança no mercado internacional. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), o Brasil é atualmente o maior produtor e exportador de soja em grãos, fazendo frente inclusive dos Estados Unidos e da Argentina, países estes tidos como poderosos na produção de soja. Todo esse destaque é oriundo do crescimento da fronteira agrícola, principalmente em regiões como Mato Grosso, Goiás, Paraná e no Matopiba, que engloba Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Para o MAPA (2024), o volume expressivo da produção e da cultura da soja é devido à alta versatilidade da commodity, tornando a soja representando com robusteza base do agronegócio nacional, tornando-se item indispensável e fundamental na manutenção da balança comercial e fortalecimento da agroindústria.

A cadeia produtiva da soja é a responsável por expressiva criação de novas vagas de emprego diretos e indiretos, que abarca desde a produção primária, o processamento industrial e, o transporte logístico. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2024), este é o setor responsável por movimenta milhões vagas de trabalho, contribuindo de maneira ostensiva no desenvolvimento regional, mais especificamente em municípios onde a arrecadação depende da agricultura.

Dessa forma, a soja é líder quando o assunto é exportações brasileiras, mantendo destaque para a China, esta que responde por mais de 60% das compras externas do grão (MDIC, 2024).

De acordo com Gasques et al. (2022), essa mecânica garante divisas importantes para o equilíbrio da balança de pagamentos, este que por sua vez impulsiona grandes investimentos em infraestrutura, como ferrovias, portos e, armazéns, aumentando a competitividade do agronegócio nacional.

Assim fica notável que aparcela de contribuição da soja para a formação do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro é significativa. Conjecturas recentes afirmam que a cadeia produtiva do grão, somando produção, processamento e exportação, juntas representam proximidade com valores entre 6% e 7% do PIB do agronegócio e parte expressiva do PIB nacional (CEPEA, 2024).

No tocante ao comércio internacional, o Brasil desempenha papel estratégico, fornecendo grande parte da necessidade global por grãos e seus derivados, consolidando-se como ator central na segurança alimentar mundial (OCDE/FAO, 2023). Essa liderança aumenta o poder de negociação do país, desenvolvendo sua importância no mercado internacional de commodities e consolidando a soja como vetor essencial ao crescimento e desenvolvimento econômico e sustentável.

Diante desse panorama, percebe-se que a soja deixou de ser apenas uma cultura agrícola consolidando-se como um dos principais motores propulsores da economia brasileira. Sua capacidade de gerar riqueza, impulsionando cadeias produtivas e fortalecendo a posição do país no comércio internacional confirmam seu papel estratégico no agronegócio e no desenvolvimento nacional.

3. METODOLOGIA

O este estudo estabelece-se por ser uma pesquisa documental, advinda de dados secundários, dos quais foram obtidos em fontes oficiais, como relatórios da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), além de publicações acadêmicas e institucionais. Para Lakatos e Marconi (2017), a pesquisa documental utiliza-se de materiais que ainda não receberam tratamento analítico, fato este que permite ao pesquisador organizar, interpretar e atribuir novos significados a informações já disponíveis. A coleta dos dados realizadas a partir de séries históricas sobre a produção, área plantada, preços médios e, consumo, objetivando de compreender a evolução da soja e sua contribuição para com o agronegócio brasileiro.

Além disso, a metodologia empregada inclui a análise estatística descritiva, utilizada para sistematizar e interpretar os dados quantitativos levantados. Por meio da observação das variações em séries temporais entre 2010 e 2025, onde foi possível identificar as tendências de crescimento da produção, evolução do preço médio e expansão da participação da soja no Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio. Conforme Barbetta (2014), a estatística descritiva tem como função organizar e sintetizar um conjunto de informações numéricas, de maneira a torná-las compreensíveis e de fácil entendimento. Essa abordagem possibilitou discutir o papel da soja como uma commodity estratégica, articulando dados econômicos e sociais em sua análise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta secção apresentasse uma análise quanto o crescimento da área territorial utilizada para o plantio e cultivo da commodity soja, utilizou-se dados disponíveis nas referências consultadas com um intervalo de cinco anos (2010 - 2025), permitindo observar a evolução contínua da soja no Brasil em termos de área plantada, produção, preços e, consumo industrial (Tabela 1).

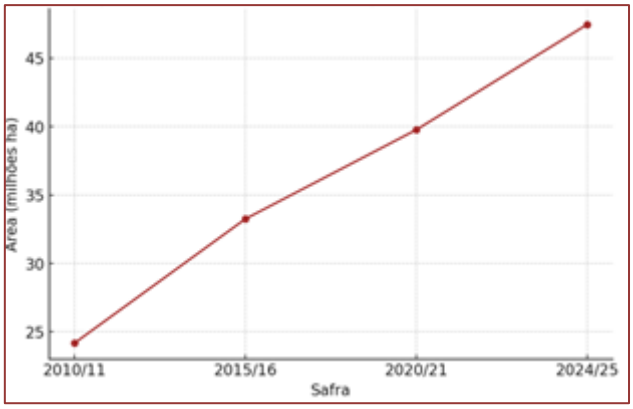
Tabela 1: Evolução da área plantada e da produção de soja no Brasil (2010–2025)

Safra	Área Plantada (milhões ha)	Produção (milhões ton.)
2010/11	24.181,0	75.324,3
2015/16	33.251,9	95.697,6
2020/21	39.762,0	140.179,3
2024/25	47,450,6	166.013,8

Fonte: CONAB (2025); Lima (2022); adaptado pelo autor (2025).

É claro e evidente o crescimento expressivo da cultura de soja, onde a área cultivada com soja passou de 24,18 milhões de hectares em 2010/11 para 47,45 milhões em 2024/25**,** dobrando praticamente em um período de quinze anos (Figura 1).

Figura 1: Evolução da Área Plantada de Soja no Brasil de 2010 a 2025



Fonte: CONAB (2025); Lima (2022); adaptado pelo autor (2025).

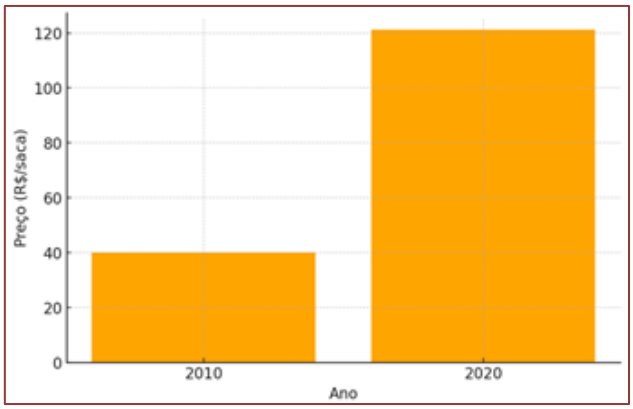
Ainda de acordo com o Autor, a produção mais que dobrou, saltando de 75,3 milhões de toneladas para 166 milhões de toneladas no mesmo intervalo, um incremento superior a 120% (Figura 2).

Figura 2: Evolução da Produção de Soja de 2010 a 2025

Fonte:CONAB (2025); Lima (2022); adaptado pelo autor (2025).

Já quanto aos preços, o indicador CEPEA/Paranaguá mostra que a soja foi negociada em torno de R$ 40,00 a saca no ano de 2010**,** enquanto para o ano de 2020 a média anual alcançou R$ 121,3 a saca**,** evidenciando uma valorização grandiosa para o período (CEPEA, 2021), quando observasse no gráfico, é discrepante as imagens do antes e do depois, fato este que contribui literalmente na expressão da valoração da commodity (Figura 3).

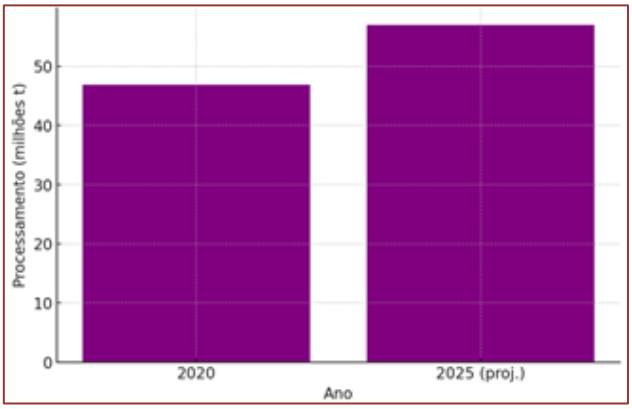
Figura 3: Preço médio da Soja - Indicador CEPE/Paranaguá



Fonte:CEPEA (2021); adaptado pelo autor (2025).

Mantendo o mesmo tipo de análise, quando a questão é referente ao consumo interno, o crescimento prevalece, demonstrando avanço também neste quesito. Assim admite-se que o processamento doméstico atingiu 46,85 milhões de toneladas no ano de 2020**,** e de acordo com o autor, as projeções devem superar 57 milhões de toneladas para o ano 2025**,** fato este ligado diretamente a demanda de farelo para rações, ao óleo utilizado no processamento de alimentos e o biodiesel (ABIOVE, 2023) (Figura 4).

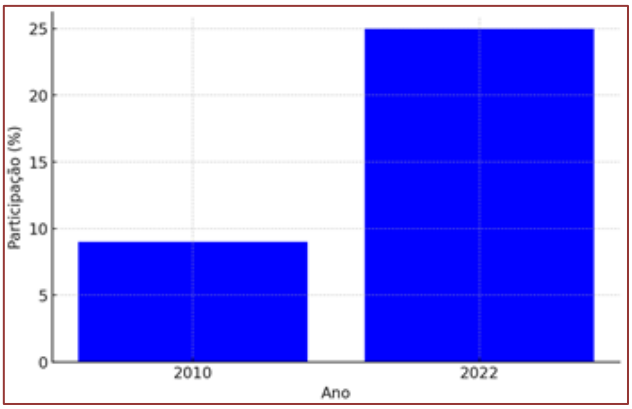
Figura 4: Evolução do Processamento de Soja no Brasil



Fonte:ABIOVE(2023); adaptado pelo autor (2025).

De acordo com um estudo realizado em conjunto entre a ABIOVE e o CEPEA, a cadeia da soja expandiu sua participação junto ao PIB do agronegócio de aproximadamente 9% **no** ano de 2010 para mais de 25% no ano de 2022, provando que é um dos principais propulsores da economia nacionais (ABIOVE; CEPEA, 2022).

Figura 5: Participação da Soja no PIB do agronegócio brasileiro



Fonte:ABIOVE;CEPEA,(2022); adaptado pelo autor (2025).

Os resultados apresentados nesta secção mais que evidenciam, demonstram fielmente que a soja é uma commodity estratégica para o Brasil, por apresentar claro e evidente crescimento tanto na área de produção, quanto na valorização do produto expandindo o valor agregado nas mais distintas cadeias industriais, com reflexos positivos e diretos junto PIB e a balança comercial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerasse que a análise realizada ao longo deste estudo evidenciou que a soja vai muito além de uma simples cultura agrícola. Sua trajetória histórica e sua consolidação no Brasil revelam um caminho marcado por adaptações e avanços que a elevaram a soja

a uma das principais bases do agronegócio nacional. Os dados aqui juntados confirmam sua importância na geração de riquezas e empregos, fato este que gera robustez junto ao comércio exterior e no desenvolvimento regional. Nesse sentido, a pesquisa reforça que compreender a relevância da soja é essencial para identificação dos rumos da economia brasileira e suas relações com o mercado global.

Com base nas informações por esse estudo elencadas e discutidas, conclui-se que o objetivo foi alcançado, uma vez que é possível relacionar a trajetória histórica da soja ao seu papel estratégico da atual economia do país, através da investigação documental e da análise de dados estatísticos. Estas permitiram compreender de forma clara e objetiva como essa commodity se consolidou como propulsor para o crescimento econômico tornando a soja um fator determinante ao equilíbrio da balança comercial. Dessa forma, a justificativa para a realização deste trabalho se sustenta, oferecendo subsídios expressivos tanto para a produção acadêmica quanto para futuras reflexões acerca de políticas para o desenvolvimento sustentável análogas ao setor agrícola.

REFERÊNCIAS

[1] ABIOVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEO VEGETAL. **Balanço de oferta e demanda do complexo soja 2017–2023 e projeções 2025**. São Paulo: ABIOVE, 2023.

[2] ABIOVE. **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais**. **Relatório Anual 2024.** São Paulo: ABIOVE, 2024. Disponível em: https://www.abiove.org.br. Acesso em: 11 set. 2025.

[3] ABIOVE; CEPEA. **A cadeia da soja no PIB do agronegócio brasileiro: evolução 2010–2022**. São Paulo: ABIOVE; Piracicaba: ESALQ/USP, 2022.

[4] AGROADVANCE. **Origem da soja**: mais de 5 mil anos de história. Disponível em: https://agroadvance.com.br/blog-origem-da-soja/.Acesso em: 10 set. 2025.

[5] APROSOJA BRASIL. **A Soja**. 2024. Disponível em: https:/aprosojabrasil.com.br/a-soja. Acesso em: 10 set. 2025.

[6] BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 9. ed. Florianópolis: UFSC, 2014.

[7] BREJEIRO, L. **O consumo de soja no Brasil e no mundo**. 2020. Disponível em: https://brejeiro.com.br/noticias/o-consumo-de-soja-no-brasil-e-no-mundo/. Acesso em: 10 set. 2025.

[8] CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Indicador Soja/Paranaguá: histórico de preços**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2021. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br. Acesso em: 7 set. 2025.

[9] CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. **PIB do agronegócio**: resultados de 2024. Piracicaba: ESALQ/USP, 2024. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br. Acesso em: 11 set. 2025.

[10] CEPEA. **Modelo relatório 2025** - Cadeia da Soja e biodiesel. Disponível em: https://www.cepea.corg.br/upload/kceditor/files/relat%c3B3rio%10-%20Cadeia%20da%20Soja%20e%20biodiesesl%20-%201T2025%20-%20v3(1).pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

[11] CEPEA; ABIOVE. **PIB da cadeia da soja e do biodiesel cresce mais de 10% em 2025 e impulsiona empregos, renda e exportações**. Portal do Agronegócio, 21 jul. 2025. Disponível em: https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/soja/noticias/pib-da-cadeia-da-soja-e-do-biodiesel-cresce-mais-de-10-em-2025-e-impulsiona-empregos-renda-e-exportacoes. Acesso em: 11 set. 2025.

[12] CEPEA; ABIOVE. **PIB do complexo soja recua em 2024, influenciado por quebra de safra e cotações**. UOL Economia, 25 abr. 2025. Disponível em: https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2025/04/25/pib-do-complexo-soja-recua-503-em-2024-influenciado-por-quebra-de-safra-e-cotacoes.htm. Acesso em: 11 set. 2025.

[13] CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2024/25, 5º levantamento**. Brasília: Conab, 2025.

[14] CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 2024/25**. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: https://www.conab.gov.br. Acesso em: 11 set. 2025.

[15] EMBRAPA. **Dados econômicos** - Portal Embrapa. Atualizado em 09 jul. 2025. Disponível em: https://www.embrapa.com.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos. Acesso em: 10 set. 2025.

[16] EMBRAPA. **História da soja**. 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia. Acesso em: 10 set. 2025.

[17] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Soja – Agro em Dados**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/agropensa/agro-em-dados/agricultura/soja. Acesso em: 11 set. 2025.

[18] ESCOLHAS. **Brasil como líder mundial em produção de soja**: até quando e a que custo? Relatório técnico, 2025. Disponível em: https://escolhas.org/wp-content/uploads/2025/06Relatorio-Tecnico_Brasil-como-lider-mundial-em-producao-de-soja.pdf. Acesso em: 10 set. 2025

[19] FARMNEWS. **Análise da safra da soja para 2025**: expectativa de recorde e desafio do clima. 2025. Disponível em: https://farmnews.com.br/mercado/analise-da-safra-da-soja-para-2025-expectativa-de-recorde-e-desafio-do-clima/. Acesso em: 10 set. 2025.

[20] GASQUES, J. G. et al. **Produtividade da agricultura brasileira: evolução e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2022.

[21] LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

[22] LIMA, B. S. S. **Análise da competitividade da soja brasileira no comércio internacional (2000–2020)**. 2022. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

[23] MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

[24] MAPA. **Ministério da Agricultura e Pecuária**. Projeções do Agronegócio: Brasil 2023/24 a 2033/34. Brasília: MAPA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura. Acesso em: 11 set. 2025.

[25] MDIC. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços**. Balança comercial brasileira 2024. Brasília: MDIC, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdic. Acesso em: 11 set. 2025.

[26] OCDE/FAO. **Agricultural Outlook 2023–2032**. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org. Acesso em: 11 set. 2025.

[27] Óleo SE SOJA SOBERANO. **Pequena História da soja**. Disponível em: http://www.oleosoberano.com.br/conteudo/4/4/6/PEQUENA_HISTÓRIA_DA_SOJA. Acesso em: 10 set. 2025.

[28] SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.

[29] SYNGENTA. **Tudo sobre a soja**: história, cultivo, desafios e perspectivas futuras. 2024. Disponível em: https://maisagro.syngenta.com.br/tudo-sobre-agro/tuo-sobre-soja-historia-cultivo-desafios-e-perspectivas-futuras/. Acesso em: 10 set. 2025

Capítulo 3

Aplicabilidade do conceito saúde única no bem-estar dos animais de produção

Djonathan Adamante

Resumo: O conceito de Saúde Única integra as esferas de saúde humana, animal e ambiental, reconhecendo sua interdependência para o bem-estar dos seres vivos e a sustentabilidade. Na produção animal, essa abordagem é crucial para prevenir doenças zoonóticas, que podem ser transmitidas entre animais e seres humanos. Além disso, promove o bem-estar dos animais de produção, garantindo que vivam em condições adequadas para sua saúde física e mental, o que também melhora a produtividade e a segurança alimentar. A efetivação de políticas públicas e legislações, contribuem para a proteção dos animais diante deste conceito, enquanto a colaboração internacional entre organizações como a OMS e a OIE fortalece as respostas a riscos sanitários globais, sendo essencial para criar um sistema de produção mais saudável e sustentável.

Palavras-chave: integração de serviços, saúde animal, sustentabilidade, zoonoses.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de Saúde Única, também conhecido como *One Health*, desponta como uma nova abordagem integrada e interdependente que apresenta como objetivo unir a saúde humana, animal e ambiental (Lobo et al., 2021).

A partir desta perspectiva, é de extrema relevância implementar este conceito de forma específica e relevante no contexto dos animais de produção, cuja saúde e bem-estar não afetam apenas a produtividade e a saúde pública, mas também têm profundas implicações para o meio ambiente e a sustentabilidade da agricultura (Melo et al., 2025; Paho, 2021).

Diante disto, a integração das dimensões de saúde humana, animal e ambiental na gestão dos animais de produção torna-se um fator essencial para o controle de doenças, bem como a segurança alimentar e a preservação de ecossistemas saudáveis (Marco-Ramell et al., 2016).

Neste capítulo será explorado a aplicação do conceito de Saúde Única no bem-estar dos animais de produção, destacando as vantagens dessa abordagem para melhorar a saúde e a qualidade de vida desses animais, a saúde pública e a segurança alimentar. A partir da exemplificação e da análise de políticas públicas, será possível entender como a interconexão entre as diversas esferas da saúde contribui para a criação de um sistema de produção mais sustentável e seguro.

2. DESENVOLVIMENTO

Com o aumento da urbanização, da globalização e da degradação ambiental, estes fatores têm facilitado a interação entre os seres humanos, os animais e os ecossistemas, criando condições para a disseminação de doenças zoonóticas e o surgimento de novas epidemias (Melo et al., 2025).

Mediante pesquisas institucionais, estima-se que mais de 60% das doenças infecciosas humanas sejam zoonóticas, ou seja, têm origem animal. A interdependência entre esses três componentes exige uma resposta coordenada que considere todos os aspectos dessas relações (Souza et al., 2021).

A implementação de Uma Só Saúde envolve a colaboração entre vários setores, incluindo saúde pública, saúde animal e meio ambiente. Exemplos de políticas bem-sucedidas incluem os Planos de Ação Conjunto do Ministério da Saúde e a iniciativa global das organizações Quadripartite (FAO, OMS, OIE e PNUMA), que buscam fortalecer as capacidades para combater as doenças nas interfaces entre humanos, animais e o meio ambiente (FAO et al., 2022).

Por esta razão, deve ser objetiva a discussão do emprego deste conceito no setor produtivos de animais para alimentação humana, sendo que nos próximos subtítulos trataremos sobre a introdução e discussão da importância de integrar esta demanda nestas linhas de produção visando o bem-estar destes animais, bem como a garantia da segurança alimentar e saúde pública (FAO et al., 2022).

2.1. O CONCEITO DE SAÚDE ÚNICA NO CONTEXTO DOS ANIMAIS DE PRODUÇÃO

A Saúde Única propõe uma abordagem colaborativa e intersetorial para enfrentar os desafios de saúde global, reconhecendo que as ameaças à saúde não estão restritas a uma

única esfera, mas resultam da interação entre pessoas, animais e o meio ambiente (Lobo et al., 2021).

Quanto aos sistemas de produção animal, essa interdependência é particularmente evidente. Podemos citar doenças zoonóticas, como a brucelose e a tuberculose bovina, que podem ser transmitidas entre animais de produção e seres humanos, representando uma ameaça significativa à saúde pública e à segurança alimentar. Além disso, o uso inadequado de antimicrobianos na produção animal contribui para o aumento da resistência antimicrobiana, afetando não apenas os animais, mas também a eficácia dos tratamentos médicos em seres humanos (Sandy et al., 2024).

A aplicação do conceito da "*One Health*" no manejo dos animais de produção envolve a implementação de práticas de bem-estar animal, que garantem que os animais vivam em condições que promovam sua saúde física e mental, enquanto minimizam o risco de disseminação de doenças (Sandy et al., 2024).

Essas práticas incluem a melhoria das condições de vida dos animais, o controle rigoroso de doenças zoonóticas e a promoção de uma alimentação segura e adequada. Quando esses aspectos são gerenciados de maneira integrada e coordenada, é possível criar um ambiente mais saudável para os animais, para os trabalhadores da agropecuária e para os consumidores de produtos de origem animal (Paho, 2021; Martins; Spink, 2020).

2.2. O PAPEL DA SAÚDE ÚNICA NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS ZOONÓTICAS

A produção animal, especialmente em grande escala, está intimamente ligada ao risco de disseminação de doenças zoonóticas. A globalização do comércio e os padrões de produção intensiva aumentam a probabilidade de surto de doenças que podem ser transmitidas de animais para seres humanos, como demonstrado pelas epidemias de gripe aviária e COVID-19 (Adamante et al., 2021).

Neste contexto, a abordagem de Saúde Única visa a mitigação desses riscos por meio de uma coordenação eficiente entre os setores de saúde pública, saúde veterinária e meio ambiente, permitindo uma resposta rápida e eficaz (Souza et al., 2021).

Sendo assim a adoção de práticas de vigilância sanitária e controle de doenças zoonóticas é uma das principais aplicações da Saúde Única no bem-estar dos animais de produção. No Brasil, por exemplo, a Vigilância de Zoonoses e a implementação de estratégias de controle de doenças como a febre aftosa e a brucelose são fundamentais para garantir que as doenças não sejam transmitidas entre animais e humanos (Melo et al., 2025; Melek, 2013).

A fim de evidenciar esta demanda, podemos citar o Sistema Único de Saúde (SUS) que tem um papel importante nesse contexto, colaborando com os serviços veterinários para monitorar e controlar a disseminação de doenças no ambiente de produção (Brasil, 2024).

2.3. SAÚDE ÚNICA NA PRÁTICA

Visando exemplificar práticas direcionadas a produção animal mais detalhadas que ilustrem a aplicação do conceito de Saúde Única em diferentes áreas e regiões do Brasil, podemos citar o estado do Mato Grosso do Sul que se destaca como o primeiro do país a estabelecer uma Coordenadoria de Saúde Única dentro da Secretaria de Estado de Saúde,

objetivando a integração de ações de vigilância em saúde, com foco na prevenção de zoonoses como raiva, febre maculosa e leishmaniose (EMBRAPA, 2025).

Outra iniciativa que vem em consonância com o tema é a implementação de campanhas nacionais de vacinação antirrábica em cães e gatos, fundamentais para manter o país livre da raiva urbana. Essas ações preventivas, realizadas periodicamente, são essenciais para evitar surtos e proteger a saúde pública, bem como evitar possíveis fontes de transmissão para animais de produção, tendo em vista o convívio mútuo destas espécies (CRMV-PA, 2025).

Todavia em razão desta perspectiva, é fundamental reforçar que o SUS desempenha um papel crucial na vigilância e controle de zoonoses, como febre aftosa e brucelose. A integração entre profissionais de saúde humana e veterinária permite uma abordagem coordenada, essencial para a prevenção de doenças transmissíveis entre animais e seres humanos (Souza, 2021).

Além disso o Ministério da Saúde adota métodos eficientes na prevenção de doenças zoonóticas, como educação em saúde, manejo ambiental e vacinação animal. Essas práticas são implementadas nos níveis comunitário e pessoal, visando reduzir o risco de transmissão de patógenos de animais para humanos (Brasil, 2025).

Ainda, não podemos deixar de citar a importância das agências reguladoras como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que integra a Saúde Única em suas pesquisas, abordando doenças zoonóticas que afetam humanos, animais e o meio ambiente. Essa abordagem multidisciplinar contribui para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis e para a segurança alimentar no país (EMBRAPA, 2025).

2.4. BEM-ESTAR ANIMAL E SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO

Além de prevenir doenças zoonóticas, a Saúde Única também está vinculada à promoção do bem-estar dos animais de produção. As condições de vida dos animais, o manejo adequado e o cumprimento das normas de bem-estar animal são componentes essenciais dessa abordagem (Araújo et al., 2020).

Por meio da produção intensiva, muitas vezes associada ao confinamento dos animais em espaços reduzidos, esta prática, pode levar ao estresse, doenças e até mesmo a mortes prematuras, o que compromete a saúde animal e a eficiência da produção (Araújo et al., 2020).

Neste sentido, a implementação de práticas de bem-estar animal não só melhora a saúde dos animais, mas também favorece a produtividade e a sustentabilidade do sistema de produção. Estudos demonstram que animais bem cuidados tendem a ser mais produtivos e apresentam menores taxas de doenças, o que resulta em menor necessidade de tratamentos antimicrobianos e em uma melhor qualidade dos produtos alimentícios (Sandy et al., 2024).

Ainda, a integração das preocupações com o bem-estar animal nas políticas agrícolas e nas práticas de manejo é um passo crucial para uma produção mais sustentável e ética. A legislação sobre bem-estar animal, como a Lei nº 14.064/2020, que aumenta as penas para maus-tratos a cães e gatos, também impacta diretamente a produção animal (Brasil, 2020).

Embora se concentre em maior âmbito para a área de animais domésticos, essa lei, reflete uma crescente conscientização sobre a necessidade de proteger todos os animais,

incluindo os de produção, contra abusos e maus-tratos. Além disso, a regulamentação do uso de antibióticos e outros produtos veterinários na produção animal, conforme estipulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), contribui para a promoção de práticas mais responsáveis e sustentáveis (Melo et al., 2025).

2.5. O PAPEL DAS ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS E POLÍTICAS PÚBLICAS

A aplicação do conceito de Saúde Única no bem-estar dos animais de produção é reforçada por políticas públicas e por uma crescente colaboração internacional. Organizações como a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) desempenham um papel fundamental na implementação de estratégias globais de Saúde Única, oferecendo diretrizes e apoio técnico para governos e produtores (FAO et al., 2022).

A colaboração entre essas entidades ajuda a alinhar os esforços nacionais e internacionais para prevenir surtos de doenças, promover o bem-estar animal e garantir a segurança alimentar (FAO et al., 2022).

O Brasil, por exemplo, tem implementado políticas de saúde pública e bem-estar animal que se alinham com os objetivos globais de Saúde Única, como as iniciativas de erradicação da febre aftosa e o controle de outras doenças de importância zoonótica (Palhares; Marmelo, 2023).

A partir deste intuito, o Plano de Ação Conjunto do Ministério da Saúde destaca a necessidade de fortalecer a vigilância em saúde pública e saúde animal como parte de uma abordagem integrada para combater riscos sanitários na interface homem, animal e ambiente (Brasil, 2024).

3. CONTRIBUIÇÃO AO LEITOR

A aplicação do conceito de Saúde Única no bem-estar dos animais de produção é essencial para garantir uma produção agrícola sustentável, segura e ética. Ao integrar a saúde humana, animal e ambiental, é possível criar um sistema de produção mais resiliente, reduzir os riscos de doenças zoonóticas e melhorar a qualidade de vida dos animais de produção.

Para isso, é notório a necessidade da implementação de práticas de bem-estar animal e a coordenação eficiente entre os setores de saúde pública e veterinária, servindo como componentes chave dessa abordagem integrada.

No entanto, embora haja avanços significativos na aplicação da Saúde Única, desafios persistem, como a necessidade de uma maior conscientização sobre o bem-estar animal e a resistência ao uso de práticas mais sustentáveis. Contudo, o caminho para um futuro mais saudável e sustentável está claramente traçado, e as políticas públicas, juntamente com a colaboração internacional, desempenham um papel vital na concretização dessa visão.

Por fim, o conceito de Saúde Única oferece uma solução holística e eficaz para os problemas complexos enfrentados pelos sistemas de produção animal, beneficiando não apenas os animais, mas também as comunidades humanas e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

[1] Adamante, D.; Leichtweis, T. M.; Naconeski, F.; Sacoman, S.; Garilini, M. A.; Mattana, M. R. A.; Tinini, R. C. dos R.; Gambale, P. G. Relação do coronavírus com os animais – revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 24, n. 2cont., e2402, 2021. DOI: https://doi.org/10.25110/arqvet.v24i2cont.2021.8146.

[2] Araújo, R. V. et al. Zoonoses e Educação em Saúde: Conhecer, Compartilhar e Multiplicar. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 12785-12801, set./out. 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n5-115.

[3] BRASIL. Ministério da Saúde. 06/7 – Saúde Única: Dia Mundial das Zoonoses. **Biblioteca Virtual em Saúde**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/06-7-saude-unica-dia-mundial-das-zoonoses. Acesso em: 23 out. 2025.

[4] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Nota Técnica nº 13/2024**-CGZV/DEDT/SVSA/MS: Esclarece as atribuições e competências das Unidades de Vigilância de Zoonoses. Brasília, 2024.

[5] Brasil. Ministério da Saúde. **Plano de Ação Conjunto**. Brasília, 2024. Disponível em:https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/u/uma-so-saude/plano-de-acao-conjunto. Acesso: 22 de outubro de 2025.

[6] Brasil. **Lei nº 14.064, de 29 de setembro de 2020**. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para aumentar as penas cominadas ao crime de maus-tratos aos animais quando se tratar de cão ou gato. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set. 2020.

[7] CRMV-PA. **Saúde Única**. Disponível em: https://crmvpa.org.br/saude-unica/. Acesso em: 23 out. 2025.

[8] EMBRAPA. Espaço Saúde Única da Dinapec abordará doenças de impacto ao homem, animais e ambiente. **Embrapa**, 14 mar. 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/99053290/espaco-saude-unica-da-dinapec-abordara-doencas-de-impacto-ao-homem-animais-e-ambiente. Acesso em: 23 out. 2025.

[9] FAO; UNEP; WHO; WOAH. **One Health Joint Plan of Action (2022-2026)**: Working together for the health of humans, animals, plants and the environment. Roma, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4060/cc2289en.

[10] Lobo et al. Saúde Única: uma visão sistémica. Ebook. **Editora Alta Performance**. Goiânia – GO, 1. Ed, pag. 69, 2021.

[11] PAHO (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION). **One Health: a comprehensive approach for addressing health threats at the human-animal-environment interface.** 59th Directing Council, 73rd Session of the Regional Committee of WHO for the Americas, Virtual Session, 20-24 Sept. 2021. CD59/9. Disponível em: https://iris.paho.org/handle/10665.2/52329.

[12] Palhares, J. C. P.; Marmelo, C. Saúde única na pecuária. MilkPoint, 6 jun. 2023. **FIOCRUZ.** Disponível em: https://www.milkpoint.com.br/colunas/julio-cesar-pascale-palhares/saude-unica-na-pecuaria-233939/. Acesso em: 21 out. 2025.

[13] Marco-Ramell et al. Proteomics and the search for welfare and stress biomarkers in animal production in the one-health context. **Molecular BioSystems**, v. 12, pag. 2024-2035, 2016.

[14] Martins, M. H. M.; Spink, M. J. P. A leptospirose humana como doença duplamente negligenciada no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 3, p. 919-928, 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020253.16442018.

[15] Melek, T. H. R. Gestão e vigilância em saúde. Curitiba: **Instituto Federal do Paraná**, 2013. Disponível em: https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1410/Gestao%20e%20vigilancia%20em%20Saude.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[16] Melo, A. V.; Silva, J. W. A.; Macikio, M. M.; Salvador, A. S; Almeida, E. P. O. Saúde Única: Integração entre saúde humana, animal e ambiental. **Ciências da Saúde: Abordagens Interdisciplinares e Inovações Científicas**, v. 1, p. 475-494, 2025. ISBN 978-65-5360-929-7. DOI: 10.37885/250319032.

[17] Sandy, Gabrielle Benazi Nogueira; Dias, Luane Batista dos Santos; Barros, Ludmilla Santana Soares. O poder impactante da agropecuária para a saúde única: Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 18, n. 4, p. 1-6, out.-dez. 2024.

[18] Souza A., Adam R.; A., Cícero T. O.; Souza N., Valério A.; Alves S., Wagner R.; Santos, D. M.; Leite, M. J. H. A importância do Médico Veterinário na Saúde Pública. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, e18210817254, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17254.

Capítulo 4

Coturnicultura: potencial econômico e sustentável para pequenos e médios produtores

Henrique Irano dos Reis
Edemar Ferrarezi Junior

Resumo: A coturnicultura é um ramo voltado à criação de codornas, no qual tem se consolidado como uma atividade promissora no agronegócio brasileiro. Este artigo tem como objetivo analisar os principais aspectos seja na questão técnica, estruturais, mercadológicos e econômicos da produção comercial de codornas, considerando seu potencial como alternativa de sustentação para pequenos e médios produtores. Para isso, foram utilizados dados de literatura científica, relatórios institucionais sobre o manejo, estrutura, demanda e lucratividade do setor. Os resultados indicam que a coturnicultura apresenta alto potencial produtivo, sendo uma atividade economicamente viável, de baixo custo operacional, com ciclo curto e alta eficiência.

Palavras-chave: Coturnicultura, Codornas, Avicultura, Sustentabilidade, Viabilidade econômica.

1. INTRODUÇÃO

A criação de codornas (coturnicultura) tem ganhado espaço no setor agropecuário brasileiro, sobretudo entre pequenos e médios produtores que buscam atividades sustentáveis, de alta rentabilidade e com baixo custo de implantação e manutenção (Grieser et al., 2024).

As codornas destacaram-se por possuírem um ciclo produtivo rápido e de elevado desempenho reprodutivo, isso associado à crescente demanda de mercado por ovos e carne considerados saudáveis e diferenciados (EMATER-DF, 2021).

No contexto atual, a busca por fontes proteicas alternativas, menos onerosas ambientalmente, impulsionam a valorização da coturnicultura. Segundo Murakami e Ariki (1998), a carne de codorna é considerada um produto gourmet, com sabor característico, podendo ser utilizada em preparos especiais como defumados e até conservas.

Além da questão alimentícia e o aumento da demanda pela carne e ovo de codorna, o manejo adequado das codornas contribuiria para a eficiência produtiva, mitigando o desperdício, além de gerar maior produtividade e gerando resultados financeiros de maneira positiva

Durante muitos anos, a Coturnicultura foi considerada uma atividade alternativa para pequenos produtores, porém o potencial na produção de ovos e carne foi apresentado nos últimos anos, e isso estimulado muito a exploração comercial, em uma pesquisa realizada junto à região metropolitana de São Paulo, Fujikura (2004) descobriu que ovos de codorna são adquiridos indistintamente pelas classes sócioeconômicas, ou seja, independente da renda familiar mensal. Outra descoberta, considerou também que é estimado consumo anual per capita de 9,5 unidades, presumisse que as possibilidades de expansão da produção no país são altas (Murakami e Garcia, 2007).

Essa pesquisa justifica-se por ser a coturnicultura uma atividade econômica de criação e manejo de codornas economicamente viável pois garantem ganhos elevados quando comparados a custos reduzidos, tudo isso devido a crescente importância dada avicultura de codornas no Brasil.

Este estudo tem por objetivo principal demonstrar os aspectos relevantes sobre a coturnicultura, e sua importância econômica, é importante ressaltar que o mercado é amplamente afetado pelo levantamento da demanda por ovos de codorna e carnes, de onde será determinada o público-alvo e avaliada a concorrência no mercado.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1. SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA PRODUTIVA

A coturnicultura se foca por ser uma atividade agropecuária de baixa exigência territorial, possuindo um menor consumo de água e ração por ave em relação a outras espécies (Kato, 2007). Segundo dados da EMATER-DF (2021), é possível criar até 50 aves por metro quadrado, focando na otimização do uso do espaço e maximizando a sua produção. Além disso, as codornas são precoces, atingindo a idade para abate entre 40 e 45 dias, o que permite um retorno financeiro mais rápido.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de ovos de codorna superou 270 milhões de dúzias em 2021, com crescimento expressivo na região Sudeste. Isso demonstra não apenas a expansão da demanda, mas também o

potencial de integração da coturnicultura à cadeia produtiva de alimentos (Massuda; Murakami, 2008).

Dessa forma, de acordo com Leal Junior (2006), a Coturnicultura aponta que pelo fato de se exigir pouco espaços, com manejo facilitado e baixa exigência da parte financeira, une o ciclo de produção e o aumento da demanda pelos nutrientes e o sabor diferenciado da carne sendo uma alternativa para agregação de renda sendo tanto de agricultura familiar ou para pequenos produtores que tem interesse em ter presença diante do mercado, a partir dessa base, é importante entender os diferentes modelos de produção adotados na criação de codornas, que possibilitam praticar essa eficiência observada nos estudos.

Ao analisar o desempenho atual da coturnicultura, fica claro que se trata de um setor que está em fase de crescimento, com as possibilidades lucrativas, importante entender os modelos de produção que garantem a eficiência da atividade e a qualidade dela, oferecendo até uma base para mais expansão na inovação tecnológica em prol a melhoria da produção e ampliação da competividade no mercado. Essa análise será relevante para que a coturnicultura se mostre uma divisão mais crescentes da avicultura brasileira.

Dessa forma, a coturnicultura se demonstra não só como uma atividade sustentável e de alta produtividade, mas também como um segmento que se faz capaz de atender às novas demandas do mercado moderno, este cada vez mais atento a questões de bem-estar animal, qualidade nutricional e, impacto ambiental. Estudos afirmam que sistemas de produção que conciliam eficiência zootécnica à práticas ambientalmente responsáveis possuem maior potencial quanto a permanência no mercado além de grande competitividade no longo prazo (Fukayama; Murakami; Furlan, 2005). Nesse contexto, a coturnicultura assume UMA posição estratégica dentro do setor da avicultura brasileira, reforçando seu papel como alternativa econômica viável além de socialmente relevante para pequenos e médios produtores.

2.2. MODELOS DE PRODUÇÃO E PERFIL ZOOTÉCNICO

A criação de codornas pode ser feita em sistemas extensivos, semi-intensivos ou intensivos, sendo este último o mais comum devido à eficiência de manejo (Benivente et al., 2022). O sistema intensivo permite controle de temperatura, umidade e alimentação, melhorando a questão alimentar e o ganho de peso.

Segundo Panda e Singh (1990), a carne de codorna possui excelente perfil nutricional e apresenta-se como opção para diversificação de dietas humanas, especialmente na gastronomia funcional. Sua produção é adaptável a pequenos espaços, e o manejo, relativamente simples, facilita a inserção de novos produtores.

Já a produção de ovos, segundo Emater-DF (2021), as codornas japonensas por exemplo, quando bem manejadas e alojadas da maneira correta, a produção de ovos pode chegar a 300 ovos/ave/ano com o período de produção varia entre 12 e 14 meses sendo uma boa alternativa de vendas enquanto realiza a produção de codorna para corte.

O manejo adequado é fundamental para o sucesso da priorizando o máximo conforto as aves. Segundo Emater-DF (2021), as instalações devem permitir boa ventilação, luminosidade e facilidade de limpeza. O uso de gaiolas em baterias é recomendado, assim como a instalação de campânulas, bebedouros automáticos e comedouros bandeja.

Os cuidados sanitários envolvem vacinação, controle de pragas, quarentena para lotes novos e restrição de acesso às granjas de modo a ser aplicadas em todas as partes da

criação das codornas a fim de diminuir os riscos de infecções, aumentando o controle sanitário dos plantéis, minimizando a contaminação do ecossistema. A biosseguridade é garantida por vestiários, áreas de triagem e registros zootécnicos (Paulo, 2018).

Por isso, podemos destacar que o sistema de produção, combinado com um bom manejo e medidas sanitárias corretas, seguindo padrões da qualidade, tem um impulso na eficiência da coturnicultura. Esses fatores são indispensáveis não só para garantir a sustentabilidade da atividade, mas também para manter a competividade no mercado que está em crescimento.

Dessa forma, a eficiência zootécnica da coturnicultura está diretamente relacionada à adoção de sistemas produtivos e bem estruturados, estes capazes de aliar desempenho animal, sanidade e, qualidade final do produto. Segundo Silva et al. (2012), a utilização de novas tecnologias voltadas a nutrição, ambiência, biosseguridade contribuem de forma decisiva para a redução das perdas produtivas aumentando a rentabilidade. Onde os diferentes modelos de produção, quando bem planejados, asseguram o bem-estar das aves, e fortalecem a inserção da atividade em cadeias de valor mais exigentes e competitivas, ampliando as perspectivas de crescimento do setor.

2.3. ANÁLISE DE MERCADO

Os centros de produção de codornas no Brasil concentram-se, sobretudo, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina. Fujikura (2004) observou que os ovos de codorna têm aceitação em todas as classes sociais, com consumo per capita estimado em 9,5 unidades por ano (Murakami; Garcia, 2007).

Apesar do crescimento, o mercado de carne de codorna ainda é considerado de nicho, com produtos voltados para o setor gourmet. A Perdigão, por exemplo, tem investido na comercialização de cortes especiais, aproveitando o diferencial de sabor e valor nutricional do produto (Agrimídia, 2006).

A alta demanda no mercado de codornas tem sido proporcionado além de sua facilidade, também aos benefícios nutricionais dos ovos e da carne, o ovo de codorna, segundo citado por Barros, Eliane C. 2024, Fernandes et al. (2015) afirmam que o ovo de codorna possui além do baixo custo, contém os atributos funcionais, como por exemplo a cor, viscosidade, emulsificação, gelificação e formação de espuma durante a preparação de alimentos se utilizado métodos de conservação de maneira correta, pode permanecer a qualidade nutricional do ovo.

Já na questão das carnes, segundo Dalmau (2002, apud Barroso, A. J. R, 2023) afirma que a qualidade da carne de codornas possui um alto conteúdo em proteínas, além de sua rápida fase de crescimento que proporciona uma carne fresca, tendo um preparo gastronômico fácil e rápida, sendo até superior as outras, de acordo com Barroso, A. J. R, 2023, a carne de codorna possui uma fonte favorável de vitamina B6 e concentrações maiores de Ferro, Fósforo, Zinco e Cobre quando comparada a carne de frango sendo uma boa alternativa.

Considerando a crescente demanda de necessidade por carne de codorna e os ovos pela questão nutricional, preocupados com a saúde podendo atingir uma gama maior no mercado e na adaptação de produção em massa devido à alta taxa de reprodução rápida, interferindo na baixa aceitação do mercado.

Contudo a valorização do produto possibilitou na junção dos benefícios nutricionais e suas utilizações no elemento gastronômicos sendo de maneiras de que se torna mais presente no mercado, possibilitando a sua expansão e a seu fator econômico para o agronegócio.

Para tanto, notasse que o mercado para codornas apresenta um cenário em crescimento, mantido pela exponencial valorização de seus produtos destinados ao consumo doméstico e gastronômico especializado. Estudos apontam que a aceitação desse tipo de alimento está diretamente ligada à manutenção da boa saúde e ao bem-estar, gerando grande demanda por ovos e carne de codorna, caracterizando um novo e promissor mercado em fase de consolidação (Moura; Oliveira; Freitas, 2010). Essa tendência impulsiona a importância de novas estratégias em prol do aumento da produção e comercialização desse tipo de produto, perfazendo capazes de atender às exigências imposta por esse novo tipo de consumidor, tido como moderno, e ainda ampliando a inserção da coturnicultura no agronegócio nacional.

3. METODOLOGIA

Serão consultados livros, artigos científicos, periódicos e trabalhos acadêmicos relacionados à coturnicultura, focando em aspectos como manejo, alimentação, reprodução, produtividade de ovos e crescimento das aves. Os materiais selecionados serão publicados entre 2000 e 2025 e provenientes de bases de dados confiáveis, como Artigos, Google Acadêmico e periódicos especializados em avicultura.

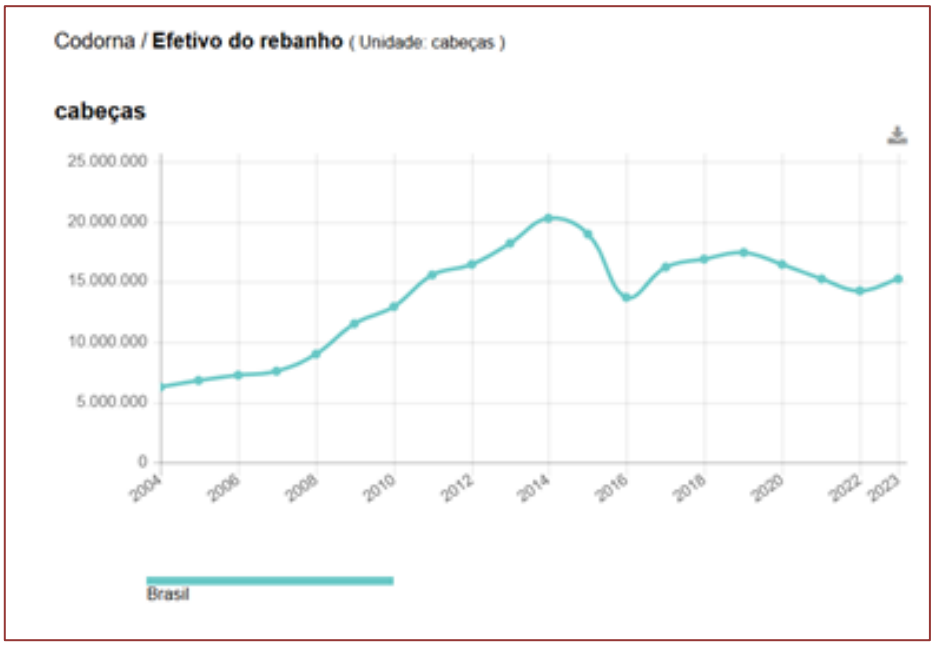
A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa de natureza descritiva, que, segundo Triviños (1987), a pesquisa qualitativa busca compreender a realidade a partir da perspectiva dos sujeitos e fenômenos analisados, valorizando a interpretação dos dados em detrimento da quantificação e a questão etnográficas e seu contexto. Portanto, a escolha se baseia na possibilidade de forma mais aprofundada os fatores que influenciaram a coturnicultura, com questão dos dados e estudos a partir de diversas perspectivas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do ponto de vista econômico, a coturnicultura apresenta indicadores positivos. De acordo com Massuda e Murakami (2008), o custo de produção é relativamente baixo e o ciclo rápido de abate permite alta rotatividade de lotes.

A Pesquisa Pecuária Municipal que representam o crescimento da Codorna no Brasil nos últimos 30 anos, no qual a partir de 2005, ocorre um aumento devido a demanda, alcançando cerca de 13.000 em 2010, e o maior pico ocorre em 2014 com mais de 20.000 cabeças, com o aumento ocorrendo devido a maior necessidade por ovos e carnes de codornas, consequentemente gerando maior pesquisas e adoção de tecnologias para o aumento tanto na produtividade quanto na lucratividade, mesmo que em 2014 e 2015 houve uma baixa comparado ao ano anterior, nos anos seguintes continua crescendo gradativamente e tendo sua expansão no mercado consumidor (Figura 1).

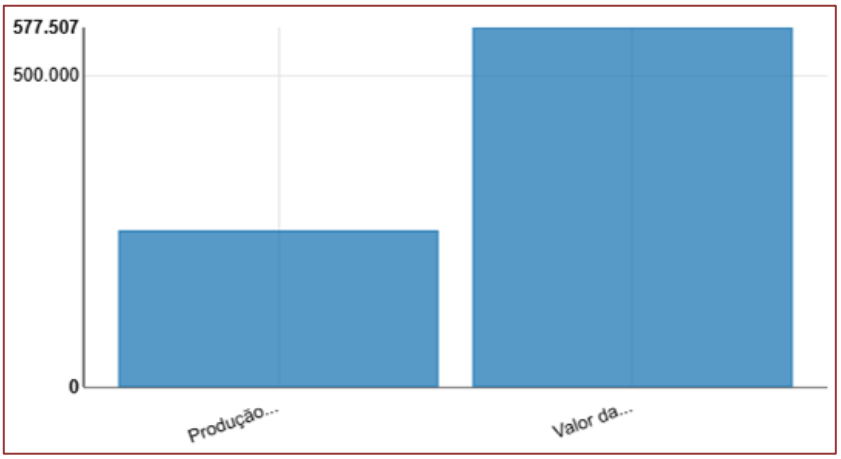
Figura 1: Efetivo dos Rebanhos – (em mil cabeças)



Fonte: IBGE (2023)

Segundo Souza (2022, p. 25), essa presença no Brasil foi devido a intensificação no seu processo, tanto pela introdução de novas e diversas tecnologias, melhoria genéticas, uso de instalações mais apropriadas e uma alimentação mais racional, no qual justifica o crescimento, tendo maior procura por codorna como fontes alternativas (Figura 2).

Figura 2: Pesquisa da Pecuária Municipal



Fonte: IBGE (2023)

Gerado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresenta informações detalhadas sobre a produção de ovos de codorna no Brasil durante o ano de 2023, conforme os dados obtidos pela Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM).

Na primeira coluna, apresenta produção de ovos de codorna, totalizando aproximadamente 250.348 mil dúzias. Este valor é a quantidade total de ovos produzidos no ano de 2023, demonstrando a crescente da demanda pelos ovos de codornas pela capacidade de produção nacional.

Já na segunda coluna, é apresentado o valor da produção, estimado em 577.507 mil reais, gerado pela comercialização dos ovos de codorna no mercado.

Segundo Bertechini, (2010) e Ezidio, (2023), o aumento de consumo de ovos no ocorre por diversos fatores, como o aumento da produção, mudanças de hábitos sociais da população por conta dos seus fatores nutritivos e o reconhecimento da qualidade do produto. Os ovos de codornas são ricos em Ferro, ácido fólico e vitamina B12, ajudando na prevenção de anemia e formação de glóbulos vermelhos.

A comercialização dos ovos é mais presente no mercado do que a produção de carnes, fato este que colabora com a geração de emprego, fortalecendo a agroindústria e garantindo oportunidades tanto para agricultura familiar quanto para pequenos e médios produtores, apesar de todo ponto positivo, deve levar em conta os desafios quanto a questão dos controles sanitários, o manejo adequado para uma produção de qualidade e o foco no mercado digital para que possa abranger a presença do produto no mercado consumidor, indicando oportunidades de expansão e consolidação do segmento no mercado nacional e potencialmente no mercado de exportação (Lima et al., 2021, p. 446).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, considera-se que a coturnicultura se apresenta como uma alternativa de negócio viável, sustentável e promissora junto com o cenário agropecuário brasileiro. O baixo investimento inicial, aliado ao rápido retorno econômico, torna a atividade agradável a pequenos e médios produtores. A expansão do mercado e o aumento da demanda por produtos saudáveis indicam oportunidades de crescimento e consolidação.

Conclui-se que o objetivo foi alcançado, pois através de todo estudo aqui realizado percebe-se que as práticas de manejo e cultivo da codorna são consideradas como uma atividade economicamente viável além de se mostrar sustentável, eficiente e produtiva.

Portanto, fica coturnicultura como uma excelente oportunidade de negócio e rentabilidade, como fonte de segunda renda a pequenos produtores e como auxílio na manutenção financeira de negócios familiares.

REFERÊNCIAS

[1] AGRIMÍDIA**. Perdigão investe em codornas**. Disponível em: https://www.agrimidia.com.br. Acesso em: 9 abr. 2025.

[2] Barroso, A. J. R., Caldas, M. C. S., Lima, F. C. dos S., Brito, K. D., Bezerra, C. S., da Silva, R. F., da Paixão Neto, E., & Ferreira, J. C. (2023). **Analise sensorial de codornas (coturnix coturni japônica) defumadas com três aromatizantes diferentes**.

[3] BENIVENTE, A. C. et al. **Criação e manejo da codorna Coturnix japonica**. *Interface Tecnológica*, v. 19, n. 2, p. 691-701, 2022. DOI: 10.31510/infa.v19i2.1483.

[4] EMATER-DF. **Criação de codornas para abate**. Brasília: Secretaria de Agricultura, 2021. Disponível em: https://www.emater.df.gov.br. Acesso em: 3 abr. 2025.

[5] EZIDIO, P. A. de Souza. **Coturnicultura**: ovo e seus benefícios. 2023. Disponível em: https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2023/04/Artigo-570-1.pdf. Acesso em: 31 ago.

2025.

[6] FUJIKURA, N. **Consumo de ovos de codorna na região metropolitana de São Paulo**. 2004. (Estudo não publicado).

[7] FUKAYAMA, E. H.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. **Efeito da densidade populacional sobre o desempenho de codornas japonesas** (Coturnix coturnix japonica). Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 1, p. 14-19, 2005.

[8] GRIESER, D. O. et al. **Progresso e oportunidades na coturnicultura brasileira**. 2024. (Trabalho inédito).

[9] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 5 abr. 2025.

[10] KATO, R. K. **Importância do custo de produção na coturnicultura**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3., 2007, Lavras. Anais [...]. Lavras: UFLA, 2007.

[11] MASSUDA, E. M.; MURAKAMI, A. E. **Custo de produção na coturnicultura**. Pubvet, v. 2, n. 36, art. 349, set. 2008.

[12] MOURA, A. M. A.; OLIVEIRA, N. T. E.; FREITAS, E. R. **Produção e mercado de codornas no Brasil**: desafios e perspectivas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. spe, p. 247-256, 2010.

[13] MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Gastronomia e carne de codorna**. 1998. (Relatório técnico).

[14] MURAKAMI, A. E.; GARCIA, J. S. **Estudo sobre consumo de ovos de codorna no Brasil**. 2007. (Relatório não publicado).

[15] PANDA, S.; SINGH, R. **Processamento de carne de codorna**. 1990. (Artigo técnico).

[16] PAULO, R. **Biosseguridade em granjas**: infraestrutura e higiene. 2018. (Relatório técnico).

[17] SILVA, J. H. V. et al. **Produção de codornas de corte e postura**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 13, n. 3, p. 775-790, 2012.

[18] SOUZA, Erison Derkian de. **Avaliação da qualidade da carne de codornas coturnix alimentadas com ração parcial de moringa e leucena**. 2022. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Ipanguaçu, 2022.

[19] TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

Capítulo 5

Aplicação da internet das coisas no agronegócio: monitoramento de animais de pastagem

Wanderson Pereira dos Santos
Newton Licciardi

Resumo: O agronegócio desempenha um papel estratégico na economia global, sendo uma das principais forças econômicas do Brasil. Este trabalho apresenta a aplicação da *Internet* das Coisas (IoT) no agronegócio, com foco no monitoramento de animais de pastagem. A proposta busca utilizar tecnologias IoT para otimizar a gestão de rebanhos, proporcionando maior controle, segurança e eficiência nas operações rurais. O sistema desenvolvido integra dispositivos conectados, sensores de localização (GPS) e redes de comunicação (Sigfox), permitindo o acompanhamento em tempo real dos animais em áreas de pastagem. Além disso, a implementação de *geofences* possibilita a definição de áreas seguras, enviando alertas automáticos em casos de saída ou entrada dos animais em locais delimitados. Este projeto atestou as vantagens do uso da IoT, permitindo o acompanhamento em tempo real da localização dos animais, com precisão e confiabilidade, utilizando mapas e alertas automatizados, consequentemente contribuindo para a transformação digital no campo.

Palavras-chave: *Internet* das Coisas (IoT), *Geofence*, Agronegócio, Sigfox, GPS.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), estima-se que a população mundial chegará a quase 10 bilhões de pessoas até 2050. Isso mostra que haverá uma demanda crescente por alimentos no decorrer dos anos, e que para alimentar essa população em crescimento, a produção de alimentos deve aumentar em torno de 70% (Nações Unidas, 2019).

A Internet das Coisas (IoT) é uma ferramenta que tem se mostrado bastante promissora para auxiliar no aumento dessa produtividade. Ela é a rede de objetos físicos que contêm tecnologia embarcada para se comunicar, sentir ou interagir com seu estado interno ou o ambiente externo, (Gartner, 2024).

No contexto do agronegócio, a aplicação da IoT na área da pecuária, é capaz de facilitar ou otimizar boa parte do trabalho realizado pelos produtores. O monitoramento em tempo real de animais de pastagem, como bovinos, ovinos e caprinos, pode-se tornar uma ótima ferramenta para otimização da produção agropecuária (Talavera, 2017).

Este artigo aborda o desenvolvimento e aplicação de um sistema IoT para monitoramento de animais utilizando o módulo Edukit RedFox, o GPS Neo-6M, o *backend* do Sigfox e a plataforma Tago.io, dessa forma explorando as possibilidades oferecidas pela integração de dispositivos IoT, com a finalidade de acompanhar o desempenho dos animais em seus habitats naturais e por fim, discutir as principais tecnologias envolvidas, como os benefícios alcançados e quais os desafios a serem superados (Sigfox, 2024; Sigfox2, 2024; Sigfox3, 2024; Robocore, 2024; Bernades, 2024).

1.1. SITUAÇÃO-PROBLEMA

A pecuária extensiva é um sistema de produção agropecuário que utiliza grandes áreas de pastagem para a criação de animais. Esse sistema é comum em regiões de clima tropical, como o Brasil. Os produtores rurais enfrentam dificuldades em acompanhar a localização dos animais em tempo real. Eles precisam acompanhar o rebanho a cavalo ou de carro para verificar se os animais estão se alimentando adequadamente e se não estão causando danos à pastagem.

Outra dificuldade é a irregularidade do terreno, pois em áreas com morros e vales, os animais podem se esconder, dificultando a sua localização (Braga, 2020). Logo, uma forma eficiente de realizar essa tarefa, seria o monitoramento remoto desses animais através de dispositivos IoT conectados a redes de comunicação, como por exemplo redes LoRaWAN, Sigfox ou LPWAN, que possuem um bom alcance, trabalhando com poucos dados de informação e baixo consumo de energia elétrica, visto que a maior parte desses animais são criados em áreas isoladas ou afastadas de centros urbanos (Sigfox, 2024; Sigfox2, 2024; Sigfox3, 2024).

1.2. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo com um sistema de monitoramento remoto de animais de pastagem utilizando dispositivos IoT, visando aprimorar a gestão do rebanho de forma eficiente.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Integrar dispositivos IoT para coleta de dados de localização.
2. Configurar uma rede de comunicação eficiente para transmissão de dados implementando uma comunicação via *backend* do Sigfox, garantindo baixo consumo de energia e cobertura em áreas rurais.
3. Desenvolver e personalizar dashboards através de uma plataforma para exibir os dados de localização dos animais em mapas interativos.
4. Implementar um sistema de *geofencing* para enviar alertas automáticos para notificar o usuário sempre que os animais saírem de áreas delimitadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. INTERNET DAS COISAS

A Internet das Coisas (IoT – Internet of Things) é um paradigma tecnológico que conecta objetos físicos ou virtuais a uma rede de comunicação, permitindo que interajam entre si e com os usuários por meio da internet (Mascarenhas et al., 2021). Essa tecnologia é caracterizada pela capacidade de integrar sensores, dispositivos e sistemas computacionais para coleta, transmissão e análise de dados em tempo real.

No agronegócio, a IoT tem promovido avanços significativos, oferecendo soluções para monitoramento de rebanhos, controle ambiental e automação de processos. Segundo Barros et al. (2021), tecnologias IoT são ferramentas estratégicas para o planejamento de atividades, gestão de propriedades e otimização de recursos, permitindo a coleta de informações valiosas que auxiliam na tomada de decisões. Estudos recentes destacam os benefícios de sistemas IoT no agronegócio, como aumento da eficiência operacional, melhoria no bem-estar animal e maior sustentabilidade ambiental, no entanto, desafios como conectividade em áreas remotas e custos de implementação ainda representam barreiras para sua ampla adoção.

2.2. REDES DE COMUNICAÇÃO IoT

As redes de comunicação são essenciais para a operação de dispositivos IoT, especialmente em áreas rurais onde a conectividade é frequentemente limitada. A rede Sigfox é amplamente utilizada devido à sua capacidade de transmitir pequenas quantidades de dados com baixo consumo de energia e ampla cobertura geográfica. Essa rede opera em frequências livres de licença, permitindo comunicação de longo alcance e custo reduzido, o que é ideal para o monitoramento de animais em pastagens superados (Sigfox, 2024; Sigfox2, 2024; Sigfox3, 2024; Robocore, 2024; Bernades, 2024; Barros, 2021).

Além disso, a rede LoRaWAN também é uma alternativa viável no campo, oferecendo comunicação em baixas taxas de dados com alta eficiência energética. A escolha da tecnologia de comunicação depende da área de cobertura necessária, da quantidade de dados a ser transmitida e das condições ambientais (Valente, 2020).

2.3. SENSORES DE LOCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO

Os sensores são componentes cruciais em sistemas IoT, pois permitem a coleta de informações em tempo real. Para o monitoramento de animais de pastagem, o módulo GPS Neo-6M é bastante utilizado devido à sua precisão e baixo consumo energético. Esse sensor é capaz de determinar a posição geográfica dos animais com precisão de até 2,5 metros, facilitando o rastreamento e a criação de *geofences*. A integração de sensores com dispositivos IoT, como o Edukit RedFox, permite a transmissão dos dados coletados para a nuvem por meio de redes de comunicação como o Sigfox. Isso possibilita que os usuários acompanhem a localização dos animais em tempo real, aumentando a eficiência na gestão de rebanhos (Sigfox, 2024; Sigfox2, 2024; Sigfox3, 2024; Robocore, 2024; Bernades, 2024; Barros, 2021).

2.4. *GEOFENCING* E MONITORAMENTO DE ÁREAS

O *geofencing* é uma tecnologia que utiliza dados de localização para criar barreiras virtuais em torno de uma área geográfica específica. Essa funcionalidade é amplamente utilizada no monitoramento de animais, permitindo que alertas sejam gerados automaticamente sempre que os animais entram ou saem da área delimitada (Wawrzyniak, Hyla, 2016).

A implementação de *geofences* melhora a segurança dos rebanhos, reduz perdas e otimiza o manejo das pastagens. O uso de plataformas como o Tago.io facilita a criação e gestão dessas áreas virtuais, integrando os dados coletados pelo GPS em dashboards que permitem visualização em tempo real e envio de notificações automáticas.

2.5. COMPUTAÇÃO EM NUVEM

A computação em nuvem, ou *cloud computing*, é uma tecnologia que oferece capacidade de armazenamento e processamento praticamente ilimitada, permitindo o gerenciamento de grandes volumes de dados gerados por dispositivos IoT. No contexto agropecuário, a integração de IoT com plataformas de computação em nuvem, como o Tago.io, proporciona a visualização e análise dos dados de forma eficiente. Essas plataformas permitem a criação de dashboards interativos e a configuração de alertas automáticos, otimizando a gestão de propriedades rurais e garantindo maior precisão nas operações, sendo ainda que esta plataforma em questão oferece todos esses recursos de forma gratuita.

2.6. PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Os protocolos de comunicação são responsáveis por garantir que os dados coletados pelos dispositivos IoT sejam transmitidos de maneira eficiente e segura. O protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), por exemplo, é amplamente utilizado em aplicações IoT devido à sua leveza e eficiência. Ele utiliza um modelo de comunicação baseado em *publish/subscribe*, onde um *broker* central gerencia as mensagens enviadas pelos dispositivos e as distribui para os assinantes interessados (Pierleoni et al., 2019).

Além deste, em sistemas de monitoramento em áreas rurais, o HTTP/HTTPS também é utilizado para integração com plataformas de visualização, como o Tago.io. Esse protocolo

permite a transmissão segura de dados, facilitando a comunicação entre dispositivos IoT e servidores na nuvem.

3. METODOLOGIA

3.1. ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

O projeto foi desenvolvido em três etapas principais:

I. Integração de hardware e montagem do sistema
Conexão do módulo Edukit RedFox com o GPS Neo-6M utilizando a comunicação serial para leitura das coordenadas geográficas. Ajuste da taxa de atualização para obtenção de coordenadas em intervalos regulares ou através do acionamento do botão SW1 do módulo Edukit e testes de precisão e cobertura do GPS e do Edukit Redfox.

II. Comunicação e transmissão de dados
Implementação de algoritmos para garantir a leitura das coordenadas do GPS e transmissão dos dados via Sigfox. Criação de um *callback* no *backend* Sigfox para enviar os dados recebidos do Edukit RedFox para a plataforma Tago.io, definição de um payload customizado para transmitir os valores de latitude, longitude, contador e temperatura no formato adequado.

III. Visualização e análise de dados
Criação de dashboards personalizados para exibição das coordenadas geográficas em mapas interativos. Definição de áreas de segurança (*geofences*) na plataforma Tago.io e configuração de alertas automáticos para notificar o usuário sempre que um animal sair das áreas delimitadas.

3.2. ESTRUTURA DO SISTEMA

O sistema desenvolvido para o monitoramento de animais em pastagens é baseado na integração de hardware, software e tecnologias de comunicação IoT. A Figura 1 ilustra a arquitetura da rede.

Figura 1 – *Sigfox Network Architecture*

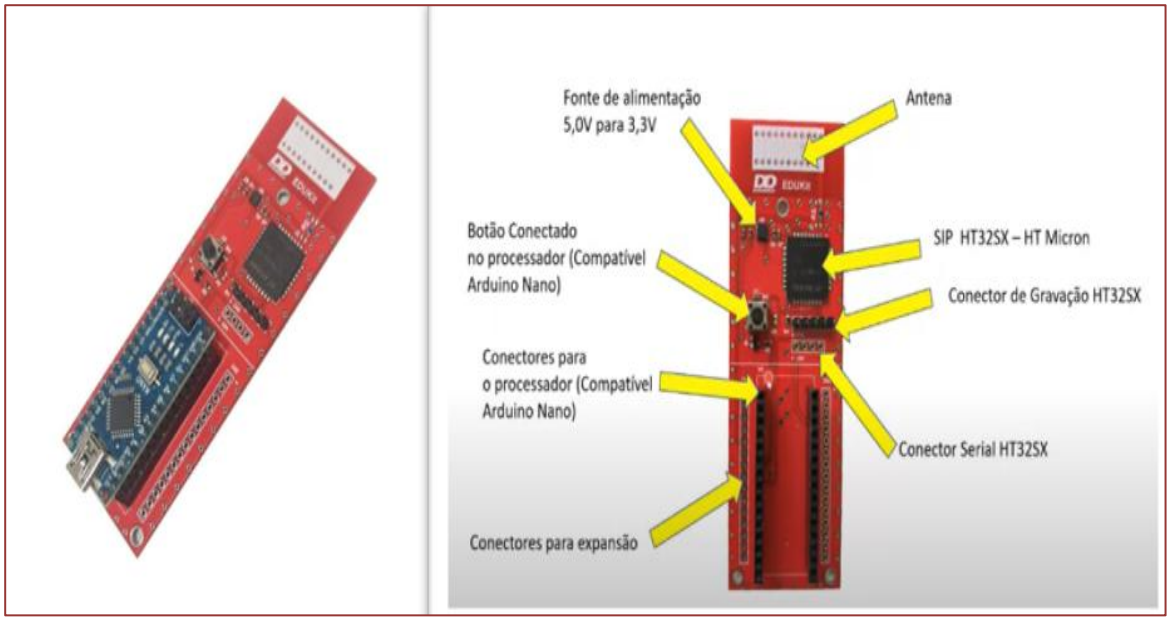
Fonte: SIGFOX (2024).

Os principais componentes do projeto incluem:

Módulo Edukit RedFox

O Edukit RedFox foi utilizado como o dispositivo principal para integrar o sistema. Este módulo conta com suporte para redes de comunicação IoT, como Sigfox, e permite a interface com sensores externos. No projeto, ele foi configurado para ler os dados fornecidos pelo GPS Neo-6M e transmitir os dados via rede Sigfox para o *backend* configurado.

Figura 2 – *Kit IoT SigFox - Edukit RedFox*



Fonte: Próprio Autor.

O Kit é composto pelos seguintes itens:

Livro IoT SigFox com Edukit Redfox, do Autor Luiz Henrique Corrêa Bernardes, Placa Edukit RedFox, desenvolvida também pelo Luiz Henrique Corrêa Bernardes, que utiliza nada menos que o CI HT32SX da empresa brasileira HT Micron, que desenvolveu e produziu o mesmo em território nacional. O CI HT32SX permite a conectividade na rede LPWAN Sigfox.

Placa Arduino Nano V3, é o microcontrolador escolhido para ser o microcontrolador dessa placa, conseguindo assim realizar leituras de sensores para que os dados sejam transmitidos por meio da rede Sigfox. Além dos itens físicos, há também o acesso de 1 ano à rede WND, que é a empresa responsável por fornecer o serviço Sigfox na América Latina.

GPS Neo-6M.

O GPS Neo-6M foi utilizado para determinar a localização dos animais em tempo real. Este módulo possui alta precisão (erro de aproximadamente 2,5 metros em condições favoráveis) e é amplamente utilizado em projetos IoT devido ao seu custo-benefício. No projeto, ele foi responsável por capturar os valores de latitude e longitude a cada ciclo de transmissão e transmitir os dados ao Edukit RedFox para processamento e envio.

Figura 3 – *GPS Neo-6m com Antena*

Fonte: Eletrogate (2024).

Redes LPWAN - Low-Power Wide-Area Network

Um estudo realizado pela Teleco Inteligência em Telecomunicações (TELECO, 2024), mostrou a evolução dos municípios e porcentagem de população cobertos pelas tecnologias LPWAN no Brasil em outubro de 2024. De acordo com o estudo, a rede Sigfox possui cobertura de 492 municípios, o que abrange 50.8% da população, e a rede LoRa possui cobertura de 286 municípios, que abrange 51.1% da população nacional.

A tabela abaixo descreve as características de operação das principais tecnologias LPWAN.

Tabela 1 – Comparação serviços *LPWAN*

	SIGFOX	LoRaWAN
Modulação	BPSK	CSS
Frequência	Bandas ISM não licenciadas (868 MHz na Europa, 915 MHz na América do Norte e 433 MHz na Ásia)	Bandas ISM não licenciadas (868 MHz na Europa, 915 MHz na América do Norte e 433 MHz na Ásia)
Largura de banda	100 Hz	250 kHz e 125 kHz
Taxa máxima de dados	100 bps	50 kbps
Bidirecional	Limitada / Half-duplex	Sim / Half-duplex
Máximo de mensagens/dia	140 (UL), 4 (DL)	Ilimitado
Comprimento máximo do payload	12 bytes (UL), 8 bytes (DL)	243 bytes
Cobertura da rede	10 km (urbano), 40 km (rural)	5 km (urbano), 20 km (rural)
Imunidade a interferências	Muito Alta	Muito Alta
Autenticação e criptografia	Não suportado	SIM (AES 128b)
Taxa de dados adaptável	Não	Sim
Handover	Os dispositivos finais não se unem a uma única estação base	Os dispositivos finais não se unem a uma única estação base
Geo Localização	Sim (RSSI)	Sim (TDOA)
Permitir rede privada	Não	Sim
Normas	A empresa Sigfox está colaborando com a ETSI na padronização da rede baseada em Sigfox	LoRa-Alliance

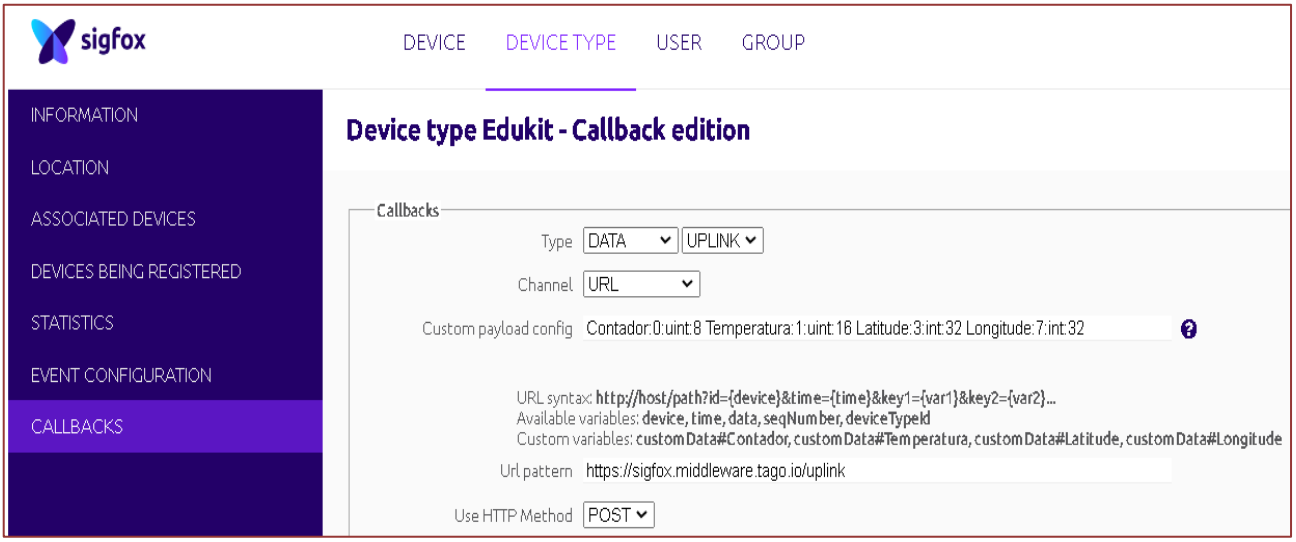
Fonte: MEKKI, K. et al. (2019).

Sigfox Cloud

O Edukit possui um ano de acesso grátis a rede Sigfox, bastando apenas solicitar o acesso por meio do passo a passo que vem detalhado no livro que acompanha o kit. Após o registro do dispositivo no *backend* da Sigfox, já é possível fazer com que os dados coletados pelos sensores, que são enviados para estações rádio base da rede, possam subir para a nuvem da rede Sigfox, onde lá é possível fazer a integração com as clouds (LAVRIC et al., 2019). A Sigfox Cloud pode encaminhar automaticamente para outras clouds, usando serviços de retorno de chamadas, denominado call-backs, este serviço utiliza protocolo HTTPS.

No *backend* é possível realizar a configuração de *call-backs* para *AWS*, *AZURE* e *IBM Watson* de forma simplificada, mas também é possível a criação de *call-backs* customizados para integração com outras nuvens (SIGFOX, 2024), como para a plataforma Tago.io, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – *Callback* para enviar dados a Tago.io



Fonte: Próprio Autor.

Plataforma Tago.io: Plataforma de visualização e análise, utilizada para exibir os dados em dashboards interativos e configurar alertas baseados em geofencing.

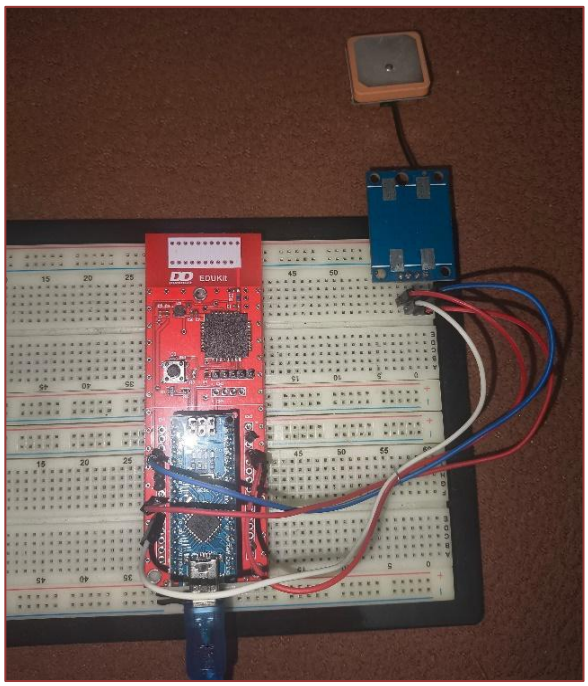
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Aqui apresentamos as etapas de desenvolvimento mencionadas na seção anterior. Utilizamos uma combinação de dispositivos de hardware, redes de comunicação e plataformas de visualização para implementar o sistema de monitoramento de animais.

Após aquisição do módulo Edukit Redfox e do GPS, já foi possível realizar a montagem no protoboard e iniciar o desenvolvimento do código no Arduino IDE para verificar o funcionamento dos componentes e posteriormente testar se o envio dos dados de localização e temperatura para a rede Sigfox estavam sendo enviados corretamente.

Figura 5 – Conexão do GPS ao módulo Edukit Redfox



Fonte: Próprio Autor.

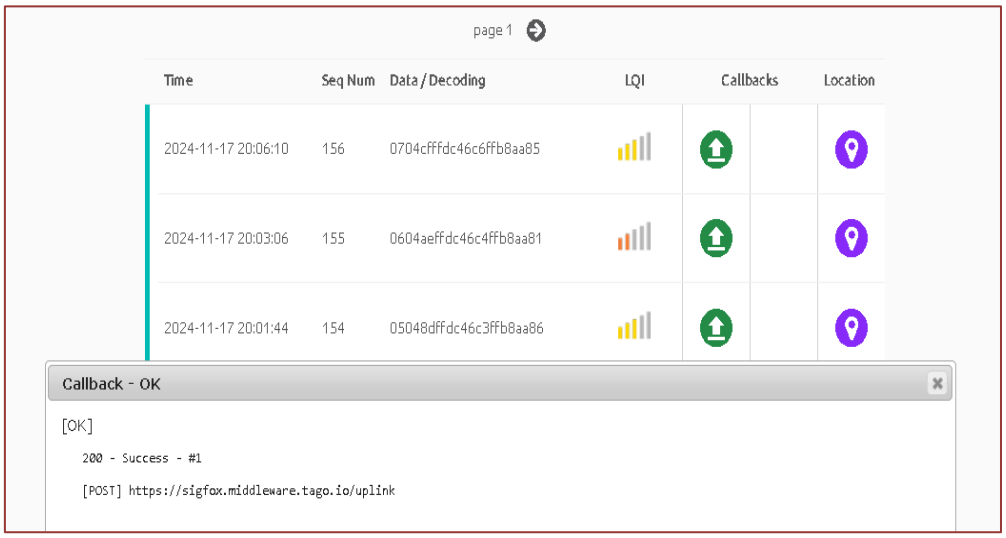
Os códigos desenvolvidos para este projeto e que foram aplicados tanto no Arduino IDE como no Payload Parser da plataforma Tago.io, estão disponíveis para acesso no GitHub (GIT,2025).

Para este projeto a rede Sigfox destacou-se devido ao grande raio de cobertura no ambiente rural, variando de 10 a 40 km, possuir um *backend* que possibilita a integração do dispositivo com o ambiente de nuvem em geral sem a necessidade de uso de um *gateway* físico e pela facilidade na transmissão dos dados entre o *backend* e a plataforma de visualização adotada. Algumas das vantagens da utilização dessa tecnologia são o baixo consumo de energia e preço padronizado mundialmente, a assinatura anual para envio de duas mensagens por dia por dispositivo é de US$0,50.

O *call-back* (Ver na figura 4) foi configurado para enviar os dados de localização (latitude e longitude) obtidos pelo GPS e um sinal de temperatura que poderia ser obtido através da implementação de um sensor de temperatura no microcontrolador, porém como no protótipo não foi utilizado um sensor de temperatura, esse sinal foi simulado por uma entrada digital do próprio microcontrolador.

Ainda no *backend* é possível visualizar os dados recebidos e se eles foram enviados com sucesso ou não para a nuvem. Os dados estão decodificados em hexadecimal. A Figura 6 mostra os dados decodificados em hexadecimal no *backend* e que foram enviados com sucesso a plataforma Tago.io

Figura 6 – Sucesso ao enviar dados a Tago.io



Fonte: Próprio Autor.

No projeto, os dados de latitude e longitude tiveram que ser reorganizados em um objeto JSON para que o widget de mapa do Tago.io fosse capaz de interpretá-los da maneira correta.

O tratamento desses dados foi realizado através da implementação de um algoritmo, disponibilizado pelo suporte da plataforma Tago.io e utilizado no Payload Parser, que está disponível no GitHub - *https://github.com/wanderson-psant/Edukit---geofencing*.

A escolha da plataforma adequada para projetos de IoT é fundamental, pois cada uma oferece características distintas em termos de funcionalidade, custo e facilidade de integração. Algumas opções que foram estudadas no decorrer do projeto foram a Blynk.io e a Microsoft Azure. No entanto, apesar de apresentarem algumas características interessantes ao projeto, como a Blynk que possui uma ótima interface para smartphones e é de fácil configuração, mas que para ter acesso a algumas ferramentas que seriam essenciais ao projeto, é obrigatório aderir ao plano mensal que custa em torno de R$ 559,99, o que acaba inviabilizando o projeto.

A Microsoft Azure alguns serviços avançados como uso de inteligência artificial e integração com outras soluções Microsoft, como o Power BI por exemplo, além de possuir mais segurança e robustez para projetos em larga escala. No entanto, o seu custo também é bastante elevado para este projeto, além de possuir maior complexidade para que ele possa ser implementado.

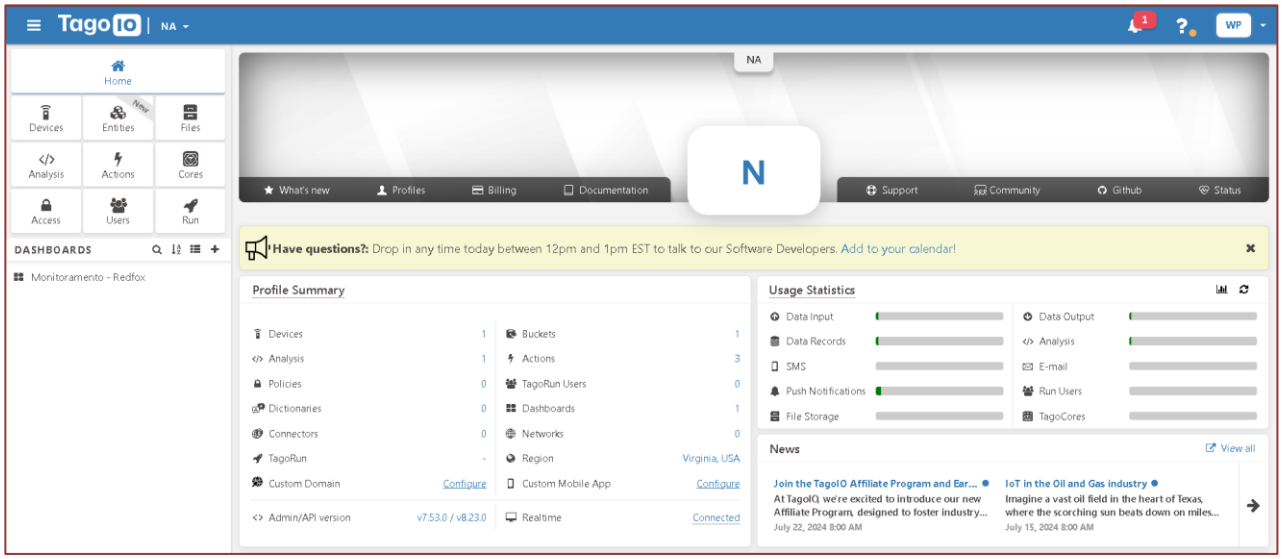
Dessa forma, a plataforma escolhida para visualização dos dados coletados pelos dispositivos, foi a Tago.io, isso devido a sua ampla gama de funcionalidades, flexibilidade de integração e foco em soluções para a Internet das Coisas (IoT).

Abaixo, destacam-se os principais motivos que tornam o Tago.io a melhor opção para este projeto:

- Integração Simplificada com Redes IoT – A plataforma suporta integrações diretas com redes de comunicação LPWAN, como a Sigfox, utilizada neste projeto. Por meio de *callbacks* configurados no *backend* da Sigfox, os dados transmitidos pelo dispositivo IoT podem ser enviados automaticamente para a Tago.io Essa compatibilidade reduz a complexidade no desenvolvimento e facilita a implementação do sistema.
- Dashboards Personalizáveis – A plataforma oferece uma interface amigável e altamente personalizável para criar dashboards interativos. Para este projeto, foram utilizados mostradores e mapas que mostram a localização dos animais em tempo real, com suporte a geofencing. É possível configurar a plataforma para monitorar a movimentação e a temperatura dos animais ao longo do tempo se solicitado. Ela também exibe notificações claras quando os animais saem da área delimitada.
- Suporte a Geofencing – O geofencing foi um recurso essencial para este projeto, permitindo a configuração de áreas seguras para os animais. A Tago.io possibilita a delimitação de áreas de interesse diretamente no mapa, configuração de alertas automáticos quando o dispositivo sai ou entra em uma área delimitada, integração com ações automáticas, como envio de notificações por e-mail, SMS ou outros canais.
- Processamento e Transformação de Dados – O Tago.io inclui ferramentas como o Payload Parser, que permitem a decodificação e transformação dos dados recebidos diretamente na plataforma. No contexto deste projeto, dados de latitude e longitude transmitidos em formato bruto (strings e/ou valores descompactados) foram processados e convertidos para coordenadas utilizáveis nos widgets.
- Custo-benefício – A Tago.io apresenta uma política de preços acessível, com opções gratuitas e pagas que se adaptam ao tamanho do projeto sendo que a versão gratuita é suficiente para protótipos e pequenos sistemas.
- Documentação e Suporte Técnico – A Tago.io oferece uma documentação detalhada e suporte técnico eficiente, facilitando a configuração do sistema e a resolução de problemas. Esse suporte foi crucial para garantir a integração bem-sucedida com a rede Sigfox e a decodificação dos dados no *payload parser*.

A Figura 7 ilustra a *home page* da plataforma Tago.io após realizar o cadastro no site.

Figura 7 – Plataforma da Tago.io

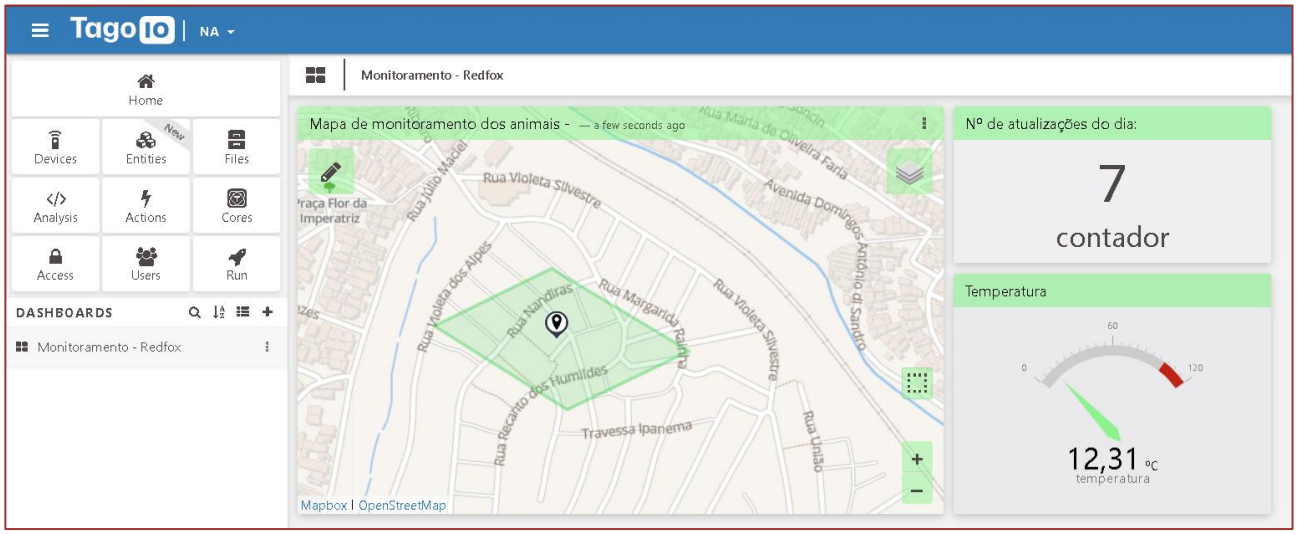


Fonte: Próprio Autor.

Conforme apresentado na Seção 3, a última etapa do projeto consiste na visualização e análise dos dados obtidos pelo dispositivo. Para isso é necessário a criação de dashboards que sejam capazes de interpretar os dados corretamente.

A Figura 8 apresenta a visualização dos dashboards que foram desenvolvidos na plataforma Tago.io, onde é possível ver a localização do dispositivo, a área delimitada em verde (geofencing), a quantidade de vezes em que o dispositivo fez o *uplink* para o Sigfox, ou seja, quantas vezes ele atualizou a localização do dispositivo e por fim a temperatura.

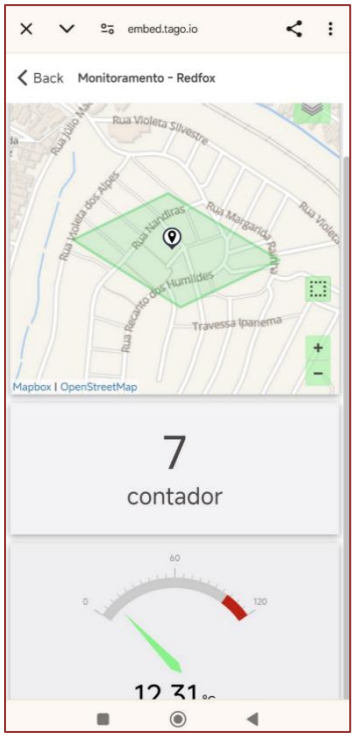
Figura 8 – Dashboard do projeto na plataforma Tago.io no PC



Fonte: Próprio Autor.

Também é possível acessar a plataforma pelo celular, a Tago.io possui app disponível tanto para Android como para iOS. A Figura 9 apresenta a visualização do dashboard via celular.

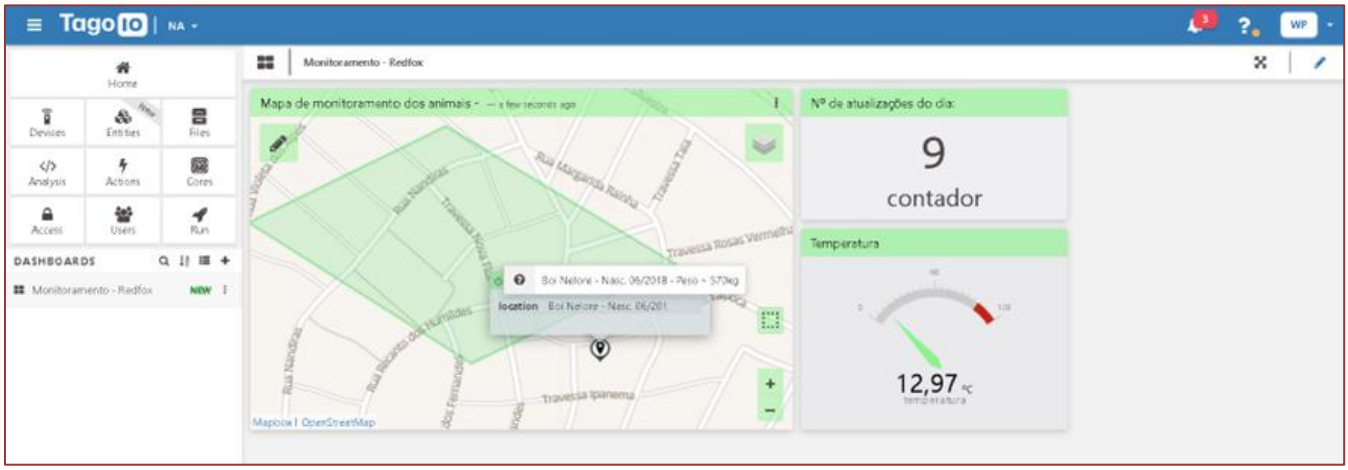
Figura 9 – Dashboard do projeto na plataforma Tago.io no celular



Fonte: Próprio Autor.

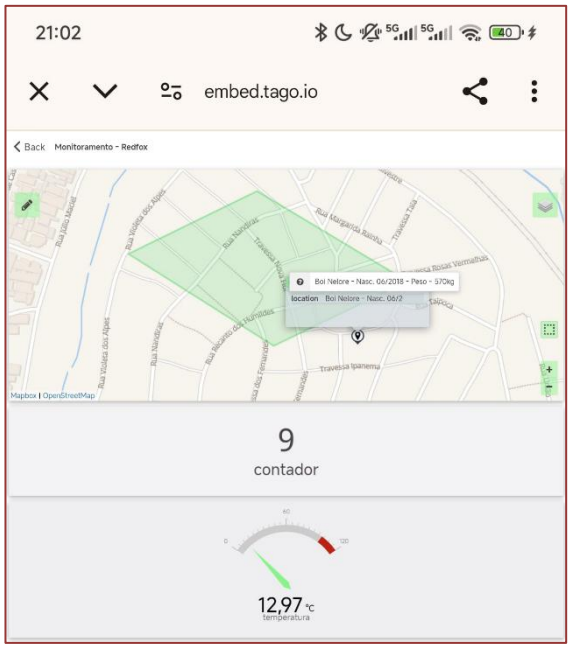
Os testes foram realizados na cidade de São Paulo, mas são válidos para todas as áreas que possuem cobertura da rede Sigfox. Nas Figuras 8 e 9, o dispositivo encontra-se dentro da área delimitada, portanto o animal que estaria naquele local, estaria em segurança e o produtor não receberia mensagens de alerta. Nas figuras 10 e 11, o dispositivo encontra-se fora desta área, o que resultou em mensagens de alerta, como detalha as Figuras 12 e 13, para que o produtor fique atento quanto a segurança do seu animal ou rebanho.

Figura 10 – Dashboard do projeto na plataforma Tago.io no PC – C2



Fonte: Próprio Autor.

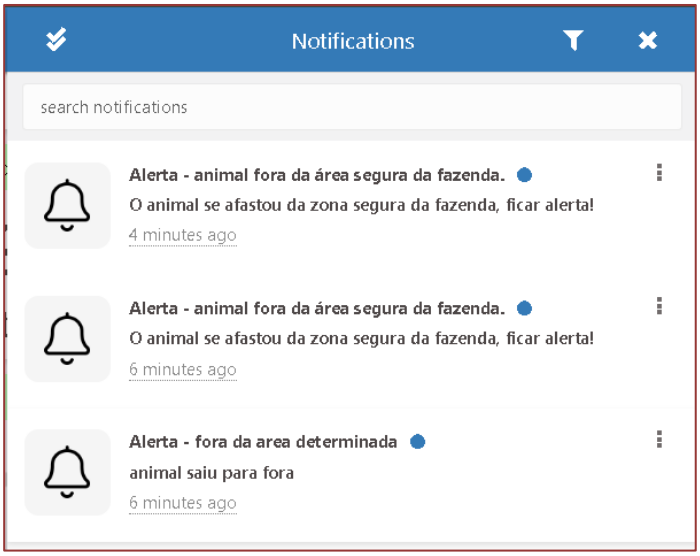
Figura 11 – Dashboard do projeto na plataforma Tago.io no celular – C2



Fonte: Próprio Autor.

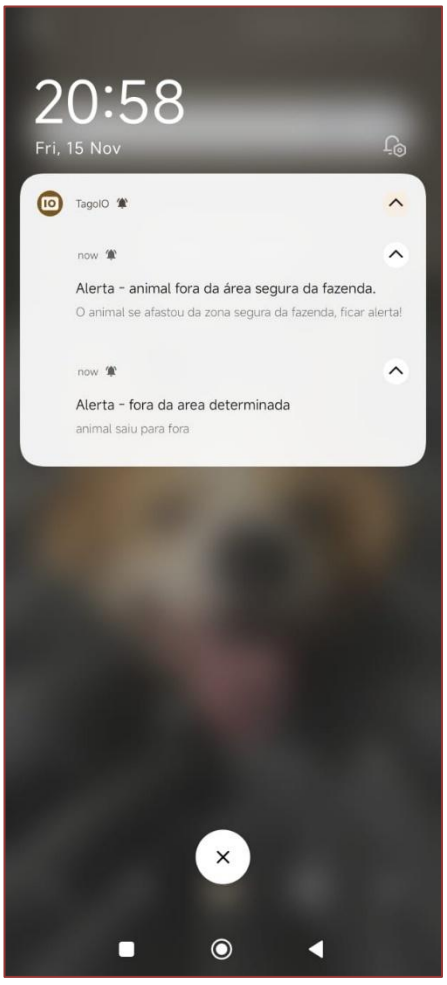
Assim que o dispositivo saí da área delimitada, o produtor recebe uma notificação de alerta no seu aparelho, seja ele computador, celular, tablet etc. É possível configurar também notificações via e-mail ou SMS (Ver exemplos nas Figuras 12 e 13).

Figura 12 – Notificação de alerta via PC



Fonte: Próprio Autor.

Figura 13 – Notificação de alerta via celular



Fonte: Próprio Autor.

Portanto, sempre que um animal ou rebanho do produtor estiver em alguma área de risco, ele será notificado e assim poderá realizar alguma ação de forma preventiva.

4.2. AUTONOMIA DE ENERGIA E CUSTOS DO PROJETO

4.2.1. AUTONOMIA

Para calcular o consumo de energia e a autonomia, deve-se considerar os consumos típicos dos componentes:

Edukit RedFox - Consumo médio de 50 mA (durante a transmissão de dados via Sigfox) e tensão de operação de 3.3 V.

GPS Neo-6M - Consumo médio de 45 mA (durante aquisição e envio de dados) e tensão de operação de 3.3 V.

Agora deve-se levar em conta o período de atualização das informações, sendo que cada ciclo de operação é realizado a cada 10 minutos e cada atualização consiste em 20 segundos para aquisição de dados do GPS e 5 segundos para transmissão de dados via Sigfox. Portanto o tempo total de operação em um ciclo é 25 segundos de operação ativa (GPS + Edukit transmitindo) e 575 segundos (9 minutos e 35 segundos) em modo de espera. Como o sistema opera ativamente apenas por 25 segundos a cada 600 segundos (10 minutos), podemos calcular o consumo médio em mA:

Tabela 2 – Cálculo do consumo do protótipo

Dispositivo	Consumo (mA)	Ciclo de operação (s)	Ciclo total (s)	Consumo médio (mA)
Edukit RedFox	50	25	600	2.08
GPS Neo-6M	45	20	600	1.5

Fonte: Próprio Autor.

Adotando uma bateria de 3.7V e 4.8Ah, calcula-se que a autonomia será de:

$$Autonomia = \frac{Capacidade\ da\ bateria\ (mAh)}{Consumo\ Total\ (mA)} \Rightarrow \quad Autonomia = \frac{4800\ mAh}{3.58mA} = 1340.78h \sim 56\ dias$$

56 dias de autonomia utilizando uma bateria de 3.7V e 4.8Ah.

4.2.2. CUSTOS

Este projeto praticamente não obteve custos relacionados a software, pois o uso da plataforma Tago.io na conta grátis foi o suficiente para realizar todas as funções necessárias em relação ao desenvolvimento, aplicação e uso do projeto, tendo então somente custos relacionados ao hardware já que com o módulo do Edukit ganha-se também um ano sem custos na rede Sigfox.

Os custos do hardware foi de aproximadamente:

Tabela 3 – Custos do protótipo

Item	Quantidade	Preço
Kit IoT SigFox Edukit RedFox	1	R$ 249,90
Módulo GPS Neo-6MV2 com Antena	1	R$ 39,90
Bateria 3.7V e 4.8 Ah	1	R$ 12,00

Fonte: Próprio Autor.

Totalizando R$ 301,08.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo do projeto é integrar tecnologias IoT para oferecer uma solução prática, de baixo custo e eficiente para o monitoramento de animais, contribuindo para a modernização do agronegócio. Por meio da integração de tecnologias foi possível implementar um sistema eficiente e de baixo custo para o rastreamento e monitoramento de dados críticos, como localização e temperatura dos animais.

O sistema permitiu o acompanhamento da localização em tempo real, com precisão e confiabilidade, utilizando mapas e alertas automatizados configurados na plataforma Tago.io.

Outro resultado interessante foi a funcionalidade de geofencing que possibilitou delimitar áreas seguras para os animais, enviando notificações imediatas caso eles saíssem dessas zonas, aumentando o controle e a segurança do rebanho.

O uso de tecnologias LPWAN, como a rede Sigfox, e dispositivos de baixo consumo, garante uma grande autonomia, tornando o sistema adequado para áreas rurais sem acesso fácil à infraestrutura elétrica.

O projeto evidenciou o potencial da IoT para otimizar processos no agronegócio, promovendo a automação e redução de custos no manejo do rebanho. A aplicação de tecnologias digitais no campo torna-se cada vez mais relevante para atender à crescente demanda por eficiência e sustentabilidade no setor, no entanto, apesar dos resultados positivos, alguns desafios foram observados e ainda precisam ser superados, alguns exemplos são citados abaixo:

O custo do protótipo foi de R$ 301,08, isso porque o módulo de comunicação utilizado é um kit educacional que permite explorar outras funcionalidades, além disso o kit é acompanhado de um livro, assinatura da rede por um ano grátis e um microcontrolador que já estão inclusos no valor, ou seja, em caso de aplicação real do projeto em larga escala, seria interessante desenvolver um módulo que atenda aos requisitos exigidos pelo projeto, a fim de diminuir os custos e até mesmo otimizar o seu funcionamento.

A cobertura da rede Sigfox pode ser limitada em regiões extremamente remotas. Alternativas como redes LoRaWAN ou o uso de *gateways* podem ampliar a abrangência, outro ponto seria a autonomia energética, embora a autonomia da bateria seja satisfatória, é possível realizar otimizações no consumo de energia, tanto através de algoritmos como no uso de novos hardwares mais eficientes. Além disto, pode-se ainda integrar outras tecnologias ao projeto, a fim de averiguar a saúde do animal, monitorando seus batimentos cardíacos por exemplo.

No fim, este projeto é mais um exemplo que a utilização de tecnologias IoT no agronegócio é uma solução viável, sustentável e escalável. A integração de sensores, redes de comunicação e plataformas de visualização possibilita um manejo mais eficiente, econômico e seguro, contribuindo para a evolução tecnológica do setor. Com avanços contínuos e investimentos em infraestrutura e capacitação, sistemas como o desenvolvido neste projeto têm o potencial de revolucionar o agronegócio, beneficiando tanto grandes quanto pequenos produtores.

REFERÊNCIAS

[1] BARROS, Mateus Rodrigues de. **Sistema de tecnologia de internet das coisas e computação em nuvem para aumento de produtividade de áreas agrícolas**. 2021.

[2] BERNADES, Luiz Henrique Corrêa, **IoT Sigfox com Edukit Redfox**. Dísponivel em: < https://curtocircuito.com.br/kit-livro-iot-sigfox-com-edukit-redfox.html > Acesso em: 30 out. 2024.

[3] BRAGA, Ramayana. **A agricultura e a pecuária na história de Roraima: Agropecuária em Roraima**. Simplíssimo, 2020.

[4] COSTA, Gabriel Marins da. **Estudo da rede Sigfox para aquisição de dados em aplicações de internet das coisas**. 2020.

[5] COVIELLO, G.; AVITABILE, G. Multiple synchronized inertial measurement unit sensor boards platform for activity monitoring. **IEEE Sensors Journal**, v. 20, n. 15, p. 1 -7, 2020.

[6] EXATI. **Conheça o Plano Nacional de Internet das Coisas 2020**. Disponível em: https://blog.exati.com.br/plano-nacional-de-internet-das-coisas/ Acesso em: 21 mai. 2023.

[7] GARTNER. **Definition of Internet Of Things (iot) - Gartner Information Technology Glossary**. Gartner. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/internet-of-things>. Acesso em: 26 nov. 2024.

[8] GIT. **Dados, Programas e Arquiteturas utilizadas no Projeto**. Disponível em: https://github.com/wanderson-psant/Edukit---geofencing. Acesso em: 2 de maio de 2025.

[9] GOLDPOWER. **Li-Ion Pack**. Disponível em: <https://goldpower.com.br/catalog/li-ion-pack.e.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAgJa6BhCOARIsAMiL7V9y4RWn5WYj4UZG1_rHVYBG4lLVWkEH44-ra5Ye6Ci54YQ9uFQB_3EaAmZJEALw_wcB>. Acesso em: 26 nov. 2024.

[10] GONZÁLEZ, Cristian Arley González et al. Análisis de seguridad en redes LPWAN para dispositivos IoT. **Revista vínculos**, v. 16, n. 2, p. 252-261, 2019.

[11] Instituto NCB Newton C Braga. **Handson Edukit Redfox** 27 set. 2021. Disponível em: <https://www. https://www.youtube.com/watch?v=3MXgQl_aHo0&list=LL&index=4>. Acesso em: 31 out. 2024

[12] MASCARENHAS, Ana Patrícia Fontes Magalhães et al. Desenvolvimento de produtos IOT. **Brazilian Journal of Development**, 2024 7, n. 1, p. 4711-4724, 2021. Acesso em: 20 de setembro de 2024. **BRJD** Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/23059. Acesso em: 20 de setembro de 2024.

[13] MCTI. **Plano Nacional de Internet das Coisas 2021**. Disponível em: https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-politicas-digitais/plano-nacional-de-internet-das-coisas Acesso em: 20 mai. 2023.

[14] MEKKI, K. et al. A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment. **ICT Express**, v. 5, n. 1, p. 1–7, 1 mar. 2019. Acesso em: 18 ago. 2024.

[15] NAÇÕES UNIDAS. No Brasil. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/83427-populacao-mundial-deve-chegar-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu

[16] QIU, Tianchen; XIAO, Hang; ZHOU, Pei. Framework and case studies of intelligence monitoring platform in facility agriculture ecosystem. **Second International Conference on Agro-Geoinformatics**

(Agro-Geoinformatics). IEEE, 2013. p. 522-525.

[17] ROBOCORE. **Módulo GPS GY-NEO6MV2 com antena**. Disponível em: < https://www.robocore.net/sensor-robo/modulo-gps-gy-neo6mv2-com-antena >. Acesso em: 30 out. 2024.

[18] ROSSATO, Jonas; SPANHOL, Fabio Alexandre; DE CAMARGO, Edson Tavares. Implantação e avaliaçao de uma rede sem-fio de longo alcance e baixa potência para cidades inteligentes. **Anais do IV Workshop de Computação Urbana. SBC, 2020**. p. 192-205.

[19] SANTA ANA, Rogério da Silva; SORDI, Victor Fraile. TECNOLOGIAS DE PECUÁRIA DE PRECISÃO NO CONTEXTO DA PECUÁRIA 4.0. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 5, n. 1, 2021.

[20] SIGFOX. **Sigfox e edukit.** Disponível em: <https://www. Edukit RedFox /en>. Acesso em: 20 out. 2024.

[21] SIGFOX2. **Getting StartedsSigfox resources**. Disponível em: <https://support.Sigfox.com/docs/callbacks-documentation>. Acesso em: 09 nov. 2024.

[22] SIGFOX3. **Coverage – Sigfox 0G Technology 2023**. Disponível em: https://www.sigfox.com/coverage/ Acesso em: 20 mai. 2023.

[23] SIGUINO. **SIGUINO – THE ARDUINO DESIGNED FOR IOT 2023**. Disponível em: https://siguino.com/ Acesso em: 21 mai. 2023.

[24] TAGO. **Defining Actions (TAGO).** Disponível em: https://help.tago.io/portal/en/kb/articles/122-defining-actions#Push_Notification_to_myself Acesso em: 10 nov. 2024.

[25] TAGO. **Geofences in map widgets**. Disponível em: https://help.tago.io/portal/en/kb/articles/151-geofences-in-map-widgets#Events Acesso em: 10 nov. 2024.

[26] TALAVERA, Jesús Martín et al. Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields**. Computers and Electronics in Agriculture**, v. 142, p. 283-297, 2017.

[27] teleco.com.br. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/lpwa_cobertura.asp>. Acesso em: 25 out. 2024.

[28] UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE. **Apresentação de trabalhos acadêmicos: guia para alunos da Universidade Presbiteriana Mackenzie**. 3. ed. São Paulo: Ed. Mackenzie, 2004.

[29] VALENTE, Antonio et al. Low-cost LoRaWAN node for agro-intelligence IoT. **Electronics**, v. 9, n. 6, p. 987, 2020.

[30] WAWRZYNIAK, Natalia; HYLA, Tomasz. Application of geofencing technology for the purpose of spatial analyses in inland mobile navigation. **Baltic Geodetic Congress (BGC Geomatics), IEEE, 2016**. p. 34-39.

[31] WND BRASIL. **Uma visão técnica da Rede Sigfox**. 2017. Disponível em: https://embarcados.com.br/uma-visao-tecnica-da-rede-sigfox/ Acesso em: 20 mai. 2023.

Capítulo 6

O potencial da família Euphorbiaceae como bioinsumo botânico no controle de pragas, doenças e plantas daninhas

Viviane Nunes dos Santos
Carlos Roberto Silva de Oliveira
Maria de Fátima Caetano da Silva
Aline Dayanna Alves de Lima Marcelino
Alessandra Rezende Ramos
Evelyn Auane de Oliveira Castro
Roseane Cavalcanti dos Santos

Resumo: A utilização de produtos à base de plantas que sintetizam compostos com o potencial biodefensivo, embora ainda seja intimista, tem sido vista como uma alternativa sustentável para a redução ou substituição no uso de defensivos sintéticos. A família botânica *Euphorbiaceae* é uma das mais representativas nesse contexto, pois possui diversos gêneros e espécies capazes de sintetizar compostos que interferem no crescimento ou desenvolvimento de plantas indesejáveis, pragas e doenças. Compostos secundários como flavonoides, alcaloides, esteroides, cumarinas, terpenos, taninos, dentre tantos outros, são conhecidos por apresentarem atividade alelopática e potencial biológico contra pragas e doenças, em diferentes agroecossistemas. Neste sentido, esta revisão tem por objetivo apresentar uma contextualização da família *Euphorbiaceae*, abordando as principais espécies estudadas, compostos conhecidos e perspectivas do uso como biodefensivo agrícola.

Palavras-chave: Atividade citotóxica, defesa de plantas, biodefensivo alternativo.

1. INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae é abundante dentro do grupo das Angiospermas e apresentam expressiva importância econômica devido ao potencial alimentício, farmacêutico, madeireiro, industrial e ornamental (Alves, 1998). Várias espécies dessa família são amplamente estudadas quanta a natureza química dos metabolitos secundários, devido as propriedades antibióticas, antifúngicas, inseticidas e alelopáticas presentes nos tecidos (Deng et al., 2019; Rios et al., 2019; Soltani; Aliabadi, 2013; Wijesundara et al., 2016). Tais compostos são classificados em terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados, com várias funções biológicas distintas (Vizzotto et al., 2010).

Os terpenos pertencem a classe mais variada estruturalmente de produtos vegetais naturais. São resultantes da biossíntese de plantas ou microorganismos, tendo como principal função citotóxica, inibir o crescimento de plantas. A partir da condensação de sucessivas unidades de isopentenilpirofosfato e dimetilalipirofosfato são produzidos os (monoterpenos (C10), sequiterpenos (C15), diterpenos (C20), triterpenos (C30) e os tetraterpenos (C40) (Souza Filho, 2002).

Os compostos fenólicos constituem uma classe química diversificada em estrutura, são caracterizados quimicamente pela presença de ao menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila (Vizzotto et al., 2010). A classe dos compostos fenólicos provoca alterações aleloquímicas que incluem danos fisiológicos a planta alvo, acarretando por exemplo reduções no crescimento total das plantas, na absorção de íons, na absorção de água e nutrientes minerais, no potencial hídrico da folha e na fotossíntese (Rice, 2012).

Os compostos contendo nitrogênio são, na grande maioria, alcalóides, compostos orgânicos cíclicos que possuem pelo menos um átomo de nitrogênio no anel (Vizzotto et al., 2010). Os alcaloides são potentes inibidores de germinação, sendo os mais conhecidos a cocaína, a fisostigmina, a cafeína, a quinina, a estricnina, a berberina, a codeína e a cinchonina (Rice, 2002). Em plantas, os efeitos são variados, como retardo no crescimento, deformidades nas plântulas e raízes, alterações na atividade enzimática, desregulação hídrica, redução do conteúdo de clorofila, alterações cromossômicas, entre outros (Sisodia; Siddiqui, 2009; Tomar et al., 2015; Haq et al., 2016; Dias et al., 2019; Oliveira et al., 2020).

Considerando a amplitude de espécies da família Euphorbiaceae e o papel que desempenham na defesa de plantas, esta revisão tem por objetivo apresentar os principais achados sobre essa família em relação ao seu uso como biodefensivo agrícola.

2. BIOATIVIDADE DE METABOLITOS VEGETAIS NA FAMÍLIA EUPHORBIACEAE

A família Euphorbiaceae constitui umas das maiores e mais importantes dentro do grupo das angiospermas, comportando mais de 8000 espécies distribuídas em 340 gêneros e divididos em 5 subfamílias, com distribuição preferencialmente em regiões tropicais e subtropicais (Webster, 1994; Wurdack et al., 2005). No Brasil, a família está difundida em diferentes ecossistemas, contando com cerca de 72 gêneros e 1100 espécies, grande parte desses localizados na região Nordeste, com cerca de 50 gêneros e 240 espécies, algumas endêmicas da Caatinga (Lucena; Alves, 2010; Sátiro; Roque, 2008; Barroso et al., 1991).

De acordo com a classificação de Webster, as euforbiáceas situadas na região Nordeste estão separadas em três subfamílias: Acalyphoideae, que comportam os gêneros

Alchornea, Dalechampia e *Tragia*; Crotonoideae, com os gêneros *Croton, Jatropha*, *Cnidoscolus* e *Manihot*, e Euphorbioideae, com *Chamaesyce* e *Sapium*, resultando em nove gêneros e 20 espécies (Satiro; Roque, 2008).

Entre os gêneros mais expressivos da família Euphorbiaceae, em número de espécies, citam-se: *Euphorbia* L. (1.500), *Croton* L. (700), *Phyllanthus* L. (400), *Acalypha* L. (400), *Macaranga* Thouars (400), *Antidesma* Burman (150), *Drypetes* Vahl (150), *Jatropha* L. (150), *Manihot* Mill. (150) e *Tragia* Plumier (150) (Oliveira, 2013). Além da ampla diversidade e distribuição, essa família tem grande relevância econômica devido ao potencial alimentício, farmacêutico, madeireiro, industrial e ornamental (Alves, 1998). Espécies do gênero *Manihot* Mill. e *Hevea* Aubl. destacam-se por apresentar espécies utilizadas na alimentação humana e extração do látex, respectivamente (Trindade; Lameira, 2014).

Estudos fitoquímicos em vários gêneros dessa família tem demonstrado presença de diversas classes de substâncias químicas, como esteróides, triterpenos, flavonóides, fenóis, antocianinas, saponinas, alcalóides e taninos (Almeida et al., 2016; Islam, 2017; Morais et al., 2016; Pereira Filho et al., 2020), conhecidas pelo potencial biológico contra pragas de lavouras. A literatura disponibiliza vários trabalhos demonstrando atividade bioativa contra fungos, insetos e ervas daninhas. Uma síntese desses trabalhos se encontra listados na Tabela 1.

Tabela 1. Atividade biológica de compostos de alguns gêneros da família Euphorbiaceae

Espécie	Partes da planta	Composto identificado ou citado para espécie	Atividade	Referência
A. godseffiana	Folhas	Taninos, saponinas, flavonóides, alcalóides e fenóis	Inseticida	Oni et al., 2018
A. godseffiana	Folhas	Benzeno, tetradecano, cariofileno, hexadecano, ácido benzóico, éster trimetilsilílico, éster dipropílico, esqualeno, octadecano, ciclotetradecano,	Inseticida	Oni et al., 2019
A. macrostachya	Folhas	Não descrito	Fungicida	Ogbo; Oyibo, 2008
A. wilkesiana	Folhas	Não descrito	Nematicida	Oso; Longe; Olaniyi, 2016;
Croton aromaticus	Folhas	alcalóides, terpenoides, quinonas, esteróides e flavonóides.	Fungicida	Wijesundara et al., 2016
C.bonplandianus	Folhas, caule e raízes	Fenóis	Alelopática	Sisodia; Siddiqui, 2009
C. ehrenbergii	Folhas e ramos	l - quebrachitol, fenilalanina, trans - 4 - hidroxi - N - metilprolina e os flavonóides: kaempferol, tilirosídeo, nicotifloro e rutina	Nematicida Alelopática	Rios et al., 2019
C. ehrenbergii	Folhas e caule	flavonas (tilirosídeo, kaempferol, kaempferol-7-O-ramnosídeo, quercitina-3-O-ramnosídeo)	Alelopática	Quiroz et al., 2016
C. glandulosus	Folhas, ramos e caule	β-cariofileno, biciclogermacreno e γ-amorfeno	Alelopática	Oliveira et al., 2020

Tabela 1. Atividade biológica de compostos de alguns gêneros da família Euphorbiaceae (continuação)

Espécie	Partes da planta	Composto identificado ou citado para espécie	Atividade	Referência
C. grewioides	Folhas	Óleos essenciais (CGR104; CGR106; CGR112 e CGR126) e compostos majoritários (eugenol, metil eugenol e metil chavicol)	Fungicida	Oliveira, 2022
C. sonderianus	Raizes	Ácido 3,4-seco-traquilobanóico, ácido hardwickic	Fungicida Bactericida	Mcchesney et al., 1991
C. zehntneri	Folhas	Trans-docosanol, ácido acetilaleurítico, ferulato, 3-O-metilquercetina, E-anetol, estigmasterol, 3-O-metilquercetina, β-sitosterol, crototropona, 2-hidroxi-4,6-dimetoxiacetofenona, triterpeno ácido acetilaleurítico	Fungicida	Pires et al., 2023
Codiaeum variegatum	Folhas	Taraxerol	Inseticida	Nascimento et al., 2024
Euphorbia agallocha	Folhas	ácido palmítico, ácido esteárico, ácido miristico, estigmasterol, fitol	Alelopática	Desai; Gaikwad, 2015
E. fischeriana	Látex da raiz	12-deoxyphorbol-13-tetradecanoate e 12-deoxyphorbol-13-hexadecanoate	Inseticida	Deng et al., 2019
E. heterophylla	Folhas e caule	compostos fenólicos	Alelopática	Partani et al., 2018
E. heterophylla	Folhas, ramos e caule	1,8-Cineol, cânfora, α-pineno, β-elemeno, endo-borneol, limoneno, pentatriacontano,	Alelopática	Elshamy et al., 2019
E. heterophylla	Raízes	β-sitosterol, stigmasterol, lupeol, germanicol, β-amyrin, taraxasterol, α-amyrin, ácidos orgânicos pseudotaraxasterol	Alelopática	Silva et al., 2019
E. hirta	Folhas e ramos	glicosídeos, flavonóides, alcalóides, flobataninos, taninos e cumarinas	Fungicida	Khan et al., 2017
E. himalayensis	Raízes	ácido elágico, diterpeno de jatrofano		Liu et al., 2014
E. milli	Folhas	Não descrito	Inseticida	Potenza et al., 1999b
E. neriifolia	Folhas	Taninos	Nematicida	Raghuwanshi et al., 2013
E. prolifera	Raízes	Prolifepeno A, B, C, D e E	Fungicida	Xu et al., 2015
Excoecaria agallocha	Folhas	Fitol, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido mirístico e estigmasterol.	Alelopática	Desai; Gaikwad, 2015
Hevea brasiliensis	Folhas	Não descrito	Inseticida	Potenza et al., 1999a.
Jatropha curcas	Folhas	Thymol, Carvacrol; Decanoic acid; Phenol, 3-(1,1-dimethylethyl)-4-methoxy-; Dihydroactinidioliden; Blumenol C; 2-Cyclohexen-1-one, 4-hydroxy-3, 5, 5-; trimethyl-4-(3-oxo-1-butenyl)-2-Pentadecanone, 6, 10, 14-trimethyl-; Dibutyl phthalate; Phytol; Diisooctyl phthalate	Inseticida Alelopática	Soto-Armenta et al., 2019

Tabela 1. Atividade biológica de compostos de alguns gêneros da família Euphorbiaceae (continuação)

Espécie	Partes da planta	Composto identificado ou citado para espécie	Atividade	Referência
J. curcas	Folhas, cascas e raízes	trans-fitol, esqualeno, fitol e nonadecanona	Inseticida	Chauan et al., 2015
J. curcas	Folhas, caule e raízes	alcaloides, flavonoides e fenólicos solúveis	Alelopática	Haq et al., 2016
J. curcas	Folhas, caule e raízes	fenóis, taninos, ácido fítico e aminoácidos livres	Alelopática	Tomar et al., 2015
J. molissima	Folhas	Triterpenos, saponinas, catequinas, fenóis, taninos, flavonóides, flavonas, flavonóis, xantonas	Alelopática	Dias et al., 2019
J. podagrica	Caule	Galato de metila, ácido gálico, fraxetina e tomentina	Alelopática	Minh et al., 2019
J. podagrica	Folhas	6,7-dimetoxicromona	Alelopática	Boonmee et al., 2018)
Mallotus tetracoccus	Cascas	ácido-2-propiniléster, furfural, 4H-piran-4-ona-2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil, benzofurano-7-(2,4-dinitrofenoxi)-3-etoxi-2,3-dihidro-2-dimetil e benzaldeído-3-hidroxi-4-metoxi.	Alelopática	Ramalakshmi; Muthuchelian, 2013
Phyllanthus amarus.	Folhas	Ácido decanóico, etiléster	Inseticida	Okonkwo; Onyeji, 2018
Ricinus communis	Folhas	Não descrito	Bactericida	Soltani; Aliabadi, 2013
R. communis	Folhas e ramos	compostos fenólicos, flavonoides e fenólicos individuais (Ácido gálico)	Fungicida	Ceccato et al., 2023
Sebastiania adenophora	Folhas	3-epi-β-amirina, β-amirinona, 3-epi-lupeol, lupenona, taraxerol e taraxerona	Alelopática	Macias- Rubalcava et al., 2007
Tragia involucrata	Folhas	Não descrito	Inseticida	Jeyasankar et al., 2014

2.1. EFEITO FITOPATOGÊNICO

No segmento fitopatológico, a maior contribuição na defesa de planta por meio de espécies euforbiáceas tem sido reportada contra os gêneros fitopatogênicos *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Aspergillus*, *Physalospora, Alternaria e Gibberella.* Khan et al. (2017) testaram diferentes concentrações (1.0, 1.5, 2.0, 2.5 e 3.0%) de extratos metanólicos de *Euphorbia hirta* L. contra o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, observando redução do diâmetro das colônias em todas as concentrações testadas. A análise fitoquímica indicou presença de glicosídeos, flavonóides, alcalóides, flobataninos, taninos e cumarinas, importantes compostos responsáveis por atividades bioativas.

Estudando o efeito *in vitro* do extrato de *Croton zehntneri* em quatro diferentes concentrações na inibição de seis fungos (*Colletotrichum siamense, C. truncatum, Fusarium sacchari, F. udum, Lasiodiplodia theobromae e Thielaviopsis ethaceticae*) e na concentração de conídios de C*. siamense, F. sacchari e F. udum*, Pires et al. (2023) evidenciaram que o extrato etanólico de *C. zehntneri* na maior concentração (2.000 µg mL^{-1}) inibiu o

crescimento micelial de todos os fungos em 53,4% e inibiu totalmente a produção de conídios.

Estudando a atividade antifúngica de quatro genótipos de *Croton grewioides* no controle dos fungos *Colletotrichum musae* e *Fusarium solani* utilizando 10 concentrações de óleos essenciais, Oliveira (2022) verificou que nas concentrações de 0,03%, 0,04% e 0,07%, em diferentes genótipos, ocorreu a inibição total do crescimento micelial de *C. musae*; enquanto para *F. solani* o mesmo ocorreu utilizando concentrações bem maiores (0,1% e 0,2%). Em relação à inibição da germinação de esporos desse fungos, diferentes genótipos conseguiram reduzir em 100% utilizando concentrações a partir de 0,2%. Esses resultados apontaram que óleos essenciais obtidos de diferentes genótipos da mesma espécie são eficazes no controle *in vitro* de *C. musae* e *F. solani* (Oliveira, 2022).

Ceccato et al. (2023) estudaram diferentes concentrações de extratos fermentados por 15 dias de *Ricinus communis* no controle do crescimento micelial dos fungos *Colletotrichum fructicola, Sclerotium rolfsii* e *Fusarium oxysporum*. Os resultados indicaram que sua utilização nas concentrações de 20% e 40% v/v houve inibição no desenvolvimento do fungo *C. fruticola* em 31,6% e 34,6%, nessa ordem (Ceccato et al., 2023). Esse mesmo trabalho demonstrou que para o controle de *S. rolfsii* e *F. oxysporum*, a utilização de extratos de *R. communis* não foram eficientes, independentemente da concentração utilizada.

A espécie *Euphorbia neriifolia,* foi avaliada quanto a atividade antimicrobiana, por Raghuwanshi et al. (2013) contra alguns fungos agrícolas. Na análise preliminar do extrato bruto das folhas, foi constatado presença de esteróides, saponinas, alcalóides, glicosídeos, flavonóides, taninos, carboidratos e proteínas. Os resultados indicaram efeito inibidor de crescimento para *Alternaria alternate, Aspergillus niger, Aspergillus flavus* e *Cercospora aradichichola* na concentração de 10 mg/ml. Estudando o extrato de raízes de outra espécie (*E. prolifera*) desse mesmo gênero, Xu et al. (2015) realizaram testes de atividade antifúngica e verificaram a presença dos compostos Prolifepeno A, B, C, D e E, além de outros compostos bioativos, os quais mostraram potente ação contra três fungos patogênicos (*Physalospora piricola, Alternaria solani e Gibberella zeae).*

2.2. EFEITO BIOINSETICIDA

No que se refere as propriedades inseticidas, a maioria dos relatos focam nos gêneros *Jatropha*, *Acalyha*, *Croton* e *Euphorbia.* Chauan et al. (2015) testaram extratos hexânicos e etéreos de folhas, casca e raízes de *Jatropha curcas* para ação atividades larvicida, pupicida e adulticida em *Musca doméstica*. De acordo com os autores, a presença de trans-fitol, esqualeno, fitol e nonadecanona nestes extratos foram responsáveis pela atividade inseticida. Com *Diatraea saccharalis,* Oliveira et al. (2013) verificaram a redução da eclosão das lagartas e alongamento do período embrionário destas, quando submetidas ao tratamento com o óleo de *Jatropha curcas na concentração de 3%.*

Visando realizar o controle da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), principal praga das crucíferas, Nascimento et al. (2024) avaliou o uso do extrato aquoso por infusão e por decocção de *Codiaeum variegatum.* O tratamento preparado por infusão foi o mais eficiente, resultando em uma mortalidade de 25,5% de larvas de segundo instar, 96 horas após a aplicação. Possivelmente, a presença do triterpenóide Taraxerol presente nessa espécie vegetal contribuiu para o seu efeito inseticida (Johnson; Singh, 2017).

Efeitos inseticidas em *Callosobruchus maculatus* na fase adulta foram relatados por Oni et al. (2018), ao utilizar sementes de feijão caupi tratadas com o óleo de *Acalypha godseffiana,* nas concentrações de 2, 4 e 6%, para avaliar a mortalidade, oviposição, emergência de adultos, perda de peso e danos as sementes. A análise fotoquímica indicou a presença de taninos, saponinas, flavonóides, alcalóides e fenóis. Os efeitos mais expressivos foram sobre a oviposição e emergência de adultos do inseto, bem como a capacidade do inseto para causar danos as sementes e na perda de peso. Ainda estudando a espécie *A. godseffiana*, Oni et al. (2019) avaliaram a ação inseticida contra *Rhyzopertha dominica* e encontraram até 98% de mortalidade e emergência do inseto adulto. Os autores relataram a presença de diferentes compostos dentre esses: benzeno, tetradecano, cariofileno, hexadecano, ácido benzóico, éster trimetilsilílico, octadecano, ciclotetradecano, éster dipropílico, esqualeno, entre outros.

Visando verificar o efeito acaricida do extrato de 45 espécies de plantas, Potenza et al. (1999a) verificaram que ao utilizar o extrato acetônico da folha de *Hevea brasiliensis* apresentou eficiência de 66,79% no controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae.* Nesse mesmo estudo, outras euforbiáceas apresentaram valores inferiores a 30%, não sendo indicadas para utilização, pois foram classificadas como espécies de baixo potencial acaricida. Além do controle de ácaros, utilizando a mesma metodologia, Potenza et al. (1999b) avaliaram o controle da mosca das frutas (*Ceratitis capitata*). Nesse novo estudo, a espécie *Euphorbia milii* apresentou o maior percentual de redução no número de adultos da mosca (32,31%) e um dos maiores valores de redução no número de pupas (24,21%) demonstrando o potencial inseticida dessa espécie (Potenza et al., 1999b).

2.3. ATIVIDADE ALELOPÁTICA

A atividade alelopatica é caracterizada pela liberação de substâncias químicas produzidas pelas plantas no metabolismo secundário, podendo afetar direta ou indiretamente o desenvolvimento de outras plantas. Dentro da família Euphorbiaceae, vários gêneros têm sido amplamente reportados, em estudos demonstrando ação fitotoxica, destacando-se *Croton*, *Jatropha* e Euphorbia.

O gênero *Croton* é um dos mais representativos desta família, segundo mais abundante dentro das euphobiaceaes e encontra-se amplamente distribuído pelo mundo (Cavalcanti; Silveira; Silva, 2020). As espécies desse gênero chamam atenção devido as diversas funcionalidades, como ação antifúngica, inseticida, antimicrobiana e alelopática (Alencar Filho et al., 2017; Oliveira et al., 2021; Santos et al., 2019; Silva et al., 2020). Trabalhos desenvolvidos com diferentes tipos de extratos e tecidos de espécies do gênero *Croton* indicaram atividade alelopática.

Numa análise fitotóxica com extratos hexânicos e metanólicos (50 e 100 mg L^{-1}) de *C. ehrenbergii,* Rios et al. (2019), isolaram os compostos l - quebrachitol, fenilalanina, trans-4-hidroxi-N-metilprolina e quatro flavonóides (kaempferol, tilirosídeo, nicotifloro e rutina). Os autores observaram inibição da germinação e do alongamento das raízes e colmo da alface. Efeitos fitotóxicos semelhantes com a mesma espécie também foram reportados por Quiroz et al. (2016), que usaram extratos de metanol, acetona e hexano (50 e 100 mg L^{-1}) das partes aéreas (folhas e caules) contra *Lactuca sativa e Lalium perene.* A análise fitoquímica indicou presença L-quebrachitol e quatro flavonas (tilirosídeo, kaempferol, kaempferol-7-O-ramnosídeo, quercitina-3-O-ramnosídeo). Efeito significativo na inibição da germinação de *L. sativa* foi observado nos extratos metanólicos.

Estudando *Croton glandulosus* L, Oliveira et al. (2020) testaram a atividade do óleo (0,001 a 1%) em alface e verificaram inibição das plântulas nas concentrações de 1% e 0,10%, além de plântulas anormais, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas. Na análise fitoquímica do óleo, os autores encontraram β-cariofileno, biciclogermacreno, e γ-amorfeno, como principais constituintes do óleo. Com extratos aquosos de folhas, raízes e caule de *Croton bonplandianus (0,5 a 4,0%),* Sisodia e Siddiqui (2009) testaram o efeito alelopático na germinação e crescimento de *Triticum aestivum* L., *Brassica oleracea* var. botrytis L., *Brassica rapa* L. e nas plantas daninhas *Melilotus alba* Medik, *Vicia sativa* L. e *Medicago hispida* Gaertn. Efeitos severos em plantas daninhas foram observados nas concentrações entre 0,5 e 4%, visto que o comprimento das raízes e rebentos das plantas diminuíram progressivamente, sendo mais pronunciado na *M. alba*. Os autores avaliaram o efeito no pH, potencial osmótico e conteúdo de fenólicos nos extratos e verificaram que nas folhas, a quantidade de fenólicos é expressivamente maior do que em raízes ou caule.

O gênero *Jatropha* L. também é um dos mais expressivos e encontra-se distribuído na América Central, África e Ásia. Diversas espécies deste gênero tem a utilização bastante difundida na medicina popular, conferindo grande importância econômica (Costa, 2014), sendo *J. curcas* e *J. gossypifolia* as mais difundidas. Estudos fitoquímicos com espécies desse gênero têm demonstrado ação citotóxica em plantas. Em *Triticum aestivum* L, Tomar et al. (2015) usaram extratos aquosos e lixiviados de folhas, caule e raízes de *J. curcas* (1/10) visando observar efeito no crescimento das plantulas e verificaram redução da germinação, crescimento das plântulas e alteração no conteúdo de clorofila e na atividade de enzimas, como nitrato redutase e aminotransferases. A análise fitoquímica indicou presença de fenóis, taninos, ácido fítico e aminoácidos livres.

Soto-Armenta et al. (2019) estudaram os efeitos fitotoxicos do óleo essencial da espécie *Jatropha curcas* em sementes de *Lactuca sativa* e *Lolium perenne.* A análise da composição do óleo indicou presença de thymol, carvacrol, ácido decanoiuco, fenol, 3-(1,1-dimethylethyl)-4-methoxy-, blumenol C, fitol, entre outros compostos. Os efeitos inibitórios foram observados na germinação das sementes, com uma maior sensibilidade para a *L. perenne.* Haq, et al. (2016), também estudando a espécie *J. curcas,* observaram efeitos inibitórios de extratos metanólicos de sementes (1 a 10 mg/mL) sobre a germinação e crescimento de rabanete, além de efeitos negativos sobre o conteúdo relativo de água das mudas. Em adição, na análise fitoquímica foram detectados alcaloides, flavonoides e fenólicos solúveis (Haq et al., 2016).

Com outras espécies de Jatropha, os relatos são mais limitados, porém, com J. podagrica, Minh et al. (2019) analisaram cinco frações de extratos de acetato de etila, oriundas da casca do caule e isolaram galato de metila, ácido gálico, fraxetina e tomentina, os quais apresentaram forte efeito supressor no crescimento da parte aérea e raiz de plantas de alface. Em outro estudo utilizando a mesma espécie, Boonmee et al (2018), analisaram o extrato metanólico aquoso das folhas de J. podagrica por meio de cromatografia e HPLC de fase reversa, inibiu significativamente brotos e raízes do agrião em concentrações superiores a 0,3 mM.

Com extrato de folhas de *J. molíssima,* Dias et al. (2019) avaliaram o perfil fitoquimico, potencial antioxidante, conteúdo fenólico total e efeito citogenotóxico de extratos hexano (EH), acetato de etila (AE) e metano (EM) sobre *Allium cepa*. A análise fitoquímica revelou presença de triterpenos em EH, que também foram observados em conjunto com flavonóides em AE. Saponinas, catequinas, fenóis, taninos, flavonóides, flavonas, flavonóis e xantonas estiveram presentes em EM. A maior atividade antioxidante, determinada pela eliminação de radicais livres DPPH e ensaio ABTS, e os conteúdos de fenol total foram

registrados para EM, seguido por AA e EH. Todas as frações foram citotóxicas ao *A. cepa*, com declínio significativo no índice mitótico para EH e AE. Aumento do índice mitótico foi observada para EM a 1 e 10 mg/mL, com alterações cromossômicas, principalmente formação de micronúcleos. Os autores concluíram que o EM nas concentrações mais baixas (0,01 e 0,1mg/mL) é promissor como antioxidante, pois não apresentou efeito citogenotóxico.

Com relação ao gênero *Euphorbia*, trata-se do mais abundante dentro da família Euphorbiaceae e quarto maior gênero dentro das angiospermas (Frodin, 2004). Trabalhos no segmento alelopático também tem sido reportado para espécies deste gênero, como *E. himalayensis* cujo extrato de exsudatos radiculares foi testado por Liu et al. (2014) em trigo, colza e alface, além de algumas gramíneas (*Poa annua*, *Festuca rubra* e trevo vermelho). Os autores reportaram atividade alelopática contra todas as espécies testadas). A caracterização fitoquímica detectou dois derivados de ácido elágico e um diterpeno de jatrofano.

Com a espécie *E. heterophylla,* Partani et al. (2018) utilizaram extratos aquosos e etanólicos de folha e caule (0 a 100 %) para avaliar toxicidade contra *Avena Ludoviciana.* A prospecção fitoquímica dos extratos indicou presença de compostos fenólicos, nas concentrações de 50 e 100%, que inibiram a germinação e crescimentos das plantas. Ainda com essa espécie, Elshamy et al. (2019) e Silva et al. (2019) reportam resultados interessantes.

Elshamy et al. (2019) analisaram a composição química e atividades antioxidante e alelopática dos óleos sobre carrapicho (*Cenchrus echinatus* L). e verificaram redução na germinação, comprimento da raiz e crescimento da parte aérea das plântulas, nas faixas de 93,95%, 84,6% e 57,8%, respectivamente. Na análise fitoquímica, os autores observaram quatro classes de compostos, sendo os terpenóides a maior totalidade. Compostos como o 1,8-Cineol, cânfora, β-elemeno, endo-borneol, limoneno, pentatriacontano e α-pineno foram os mais expressivos isolados.

Silva et al. (2019) testaram extratos hexânicos e metanólicos oriundo de raízes e verificaram forte atividade citotóxica no extrato metanólico (2 mg/mL, influenciando a germinação, crescimento da raiz e da parte aérea das plantas de alface e sorgo. Na análise fitoquímica dos extratos foram encontrados β-sitosterol, stigmasterol, lupeol, germanicol, taraxasterol, pseudotaraxasterol, α-amyrin, β-amyrin, além de ácidos orgânicos. Outro gênero reportado no segmento de alelopatia é *Excoecaria,* embora menos explorado do que os demais reportados. Desai e Gaikwad (2015), utilizaram lixiviados de *E. agallocha L.* (5 a 100%), para avaliar os efeitos citotóxicos na germinação e crescimento de plantulas de arroz. A análise fitoquímica indicou a presença de fitol, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido miristico e estigmasterol. Os autores observaram redução significativa na germinação e crescimento das plantulas. O aumento na concentração de lixiviado reduziu os teores de clorofila, açúcar solúvel e proteína solúvel em todas as variedades de arroz.

Com extratos etanólicos (100, 1000 e 10000 ppm) da casca de *Mallotus tetracoccus,* Ramalakshmi e Muthuchelian (2013), observaram inibição significativa no comprimento da raiz de rabante. A avaliação fitoquímica detectou nestes extratos a presença de ácido-2-propinilléster, furfural, 4H-piran-4-ona-2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil, benzofurano-7- (2,4-dinitrofenoxi)-3-etoxi-2,3-dihidro-2-dimetil e benzaldeído-3-hidroxi-4-metoxi.

Baseado no levantamento desses trabalhos, pode-se atestar que várias espécies da família Euphorbiaceae é detentora de substâncias com largo potencial para defesa de plantas, muitas das quais ainda não foram identificadas ou possuem funções definidas.

Considerando-se a biodiversidade brasileira, é possível estimar que há muito ainda a ser explorado na área de bioinsumo botânico, especialmente no que se refere ao controle pragas, doenças e plantas daninhas.

REFERÊNCIAS

[1] Alencar Filho, J. M. T. et al. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil from leaves of *Croton heliotropiifolius* in different seasons of the year. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 4, p. 440-444, 2017.

[2] Almeida, P. M. et al. Genotoxic potential of leaf extracts of *Jatropha gossypiifolia* L. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2016.

[3] Alves, M. V. Checklist das espécies de Euphorbiaceae Juss. ocorrentes no semi-árido Pernambucano, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.12, n. 3, p. 485-495, 1998

[4] Barroso, G. M.; Guimarães, E. F.; Ichaso, C. L. F. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. v. 2. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1991.

[5] Boonmee, S. et al. Identification of 6, 7-Dimethoxychromone as a Potent Allelochemical from Jatropha podagrica. **Natural Product Communications**, v. 13, n. 11, p. 193, 2018.

[6] Cavalcanti, D. F. G.; Silveira, D. M.; SILVA, G. C. Aspectos e potencialidades biológicas do gênero Croton (Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 45931-45946, 2020.

[7] Ceccato, L. A. et al. Chemical composition, antioxidant activity, and control potential of botanical fermented products on phytopathogenic fungi of agricultural interest. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1-17, 2024.

[8] Chauhan, N. et al. Insecticidal activity of *Jatropha curcas* extracts against housefly, Musca *domestica*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 19, p. 14793-14800, 2015.

[9] Costa, E. C. Estudo fitoquímico e biológico *in vitro* de *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill (Euphorbiaceae) - Dissertação de mestrado- Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Petrolina, 2014.

[10] Deng, Y. et al. Bioactive tigliane diterpenoids from the latex of *Euphorbia fischeriana.* **Natural Product Research**, p. 1-9, 2019.

[11] Desai, N.; Gaikwad, D. K. Allelopathic effects of leaf litter leachates of mangrove *Excoecaria agallocha* L. on rice seedlings. **Allelopathy Journal**, v. 36, n. 2, p. 293-302, 2015.

[12] Dias, W. L. F. et al. Cytogenotoxic effect, phytochemical screening and antioxidant potential of Jatropha mollissima (Pohl) Baill leaves. **South African Journal of Botany**, v. 123, p. 30-35, 2019.

[13] Elshamy, A. I. et al. Chemical characterization of *Euphorbia heterophylla* L. essential oils and their antioxidant activity and allelopathic potential on *Cenchrus echinatus* L. **Chemistry & biodiversity**, v. 16, n. 5, p. e1900051, 2019.

[14] Haq, M. N. et al. Phytochemical and biological evaluation of defatted seeds of Jatropha curcas. **Sains Malays**, v. 45, n. 10, p. 1435-1442, 2016.

[15] Jeyasankar, A. et al. Feeding and Growth Inhibition Activities of *Tragia involucrata* Linn (Euphorbiaceae) on *Achaea janata* (Linn.)(Noctuidae: Lepidoptera) and Pericallia ricini (Fab.)(Lepidoptera: Arctidae). **Open Access Library Journal**, v. 1, n. 4, p. 1-7, 2014.

[16] Johnson, A. D.; Singh, A. Toxic effect of biologically active compound Rutin extracted from Euphorbious plant Codiaeum variegatum against mosquito Culex quinquefasciatus (Diptera: Culicidae) larvae. **Research Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 301, 2017

[17] Islam, M. D. et al. Biological Investigation of *Jatropha gossypiifolia:* A stiff medicinal plant in Bangladesh. **Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 13, n. 1, p. 35-48, 2017.

[18] Khan, B.; Jabeen, K.; IqbaL, S. Fungistatic potential of *Euphorbia hirta* L. against the cause of anthracnose. 2017.

[19] Liu, Q. et al. Allelochemicals in the rhizosphere soil of Euphorbia himalayensis. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 62, n. 34, p. 8555-8561, 2014.

[20] Macías-Rubalcava, M. L. et al. Pentacyclic triterpenes with selective bioactivity from *Sebastiania adenophora* leaves, Euphorbiaceae. **Journal of chemical ecology**, v. 33, n. 1, p. 147-156, 2007.

[21] McChesneyC, J. D.; Clark, A. M.; Silveira, E. R. Antimicrobial diterpenes of *Croton sonderianus*, 1. Hardwickic and 3, 4-secotrachylobanoic acids. **Journal of Natural Products**, v. 54, n. 6, p. 1625-1633, 1991.

[22] Minh, T. N. et al. Isolation and purification of bioactive compounds from the stem bark of Jatropha podagrica. **Molecules**, v. 24, n. 5, p. 889, 2019.

[23] Morais, N. R. L. et al. Phytochemical screening and antioxidant potential evaluation of *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm from Apodi-RN. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** v. 18, n. 1, p. 180-185, 2016.

[24] Nascimento, V. F. et al. Extratos botânicos para o controle da traça-das-crucíferas Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae). **Cadernos de Agroecologia**, v. *19, n.* 1, p.1-6, 2024.

[25] Okonkwo, C. O.; Oneyji, C. M. Insecticidal potentials and chemical composition of essential oils from the leaves of *Phyllanthus amarus* and *Starchytarpheta cayennensis* in Nigeria. **International Journal of Biochemistry Research and Review**, v. 23, n. 3, p. 1-16, 2018.

[26] Oliveira, D. G. A família Euphorbiaceae Juss. em um fragmento de Caatinga em Sergipe. **Scientia Plena**, v. 9, n. 4, 2013.

[27] Oliveira, H. N.; Santana, A. G.; Antigo, M. R. Insecticide activity of physic nut (Jatropha curcas L.) oil and neem (Azadirachta indica A. Juss.) oil on eggs of Diatraea saccharalis (Fabr.)(Lepidoptera: Crambidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 2, p. 229-232, 2013.

[28] Oliveira, L. F. et al. Chemical composition of the volatile oil of Croton glandulosus Linnaeus and its allelopathic activity. **Natural product research**, v. 35, n. 22, p. 4803-4806, 2021.

[29] Oliveira, S. D. S. Conservação, caracterização e atividade biológica de Croton grewioides Baill. Sara Dayan da Silva Oliveira; orientadora Maria de Fátima Arrigoni-Blank. – São Cristóvão, SE, 2022. 83 f.; il. Tese (doutorado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2022.

[30] Oni, M. O; Ogungbite, O. C.; Omotayo, Y. M. Effect of temperature on the insecticidal potency of Acalypha godseffiana oil against Callosobruchus maculatus (F.). **Zoology and Ecology**, v. 28, n. 4, p. 403-411, 2018.

[31] Oni, M. O. et al. Insecticidal and Toxicological Study of n-hexane Leaf Extract of Acalypha Godseffiana used as Protectant for Wheat Grains. **European Journal of Zoological Research**, v. 7, n. 1, p. 19-25, 2019.

[32] Oso, A. A.; Longe, O. O.; Olaniny, M. O. Nematicidal effects of red acalypha (*Acalypha wilkesiana*) on plantain yield and corm damage by nematodes. **International Journal of Agriculture and Environmental Research**, v. 2, n. 3, p. 549-557, 2016.

[33] Partani, T. et al. Identification and Measurement of Some Secondary Metabolites of Stems and Leaves of Euphorbia Heterophylla and Their Allelopathy Effects on Avena Ludoviciana L. **Journal of Plant Protection**, v. 32, n. 3, p. 419-428, 2018.

[34] Pereira Filho, J. L. et al. Estudo morfoanatômico e prospecção fitoquímica de Jatropha multifida L. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e318997309-e318997309, 2020.

[35] Pires, L. L. et al. Ethanolic extract of Copaifera, Croton and Lippia on the control of phytopathogenic fungi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. *53*, p. e75126, 2023.

[36] Potenza, M. R. et al. Efeito acaricida e alguns extratos vegetais sobre *Tetranychus urticae* (KOCH, 1836)(Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 66, n. 1, p. 31-37, 1999a.

[37] Potenza, M. R. et al. Avaliação de extratos vegetais no controle de Ceratitis capitata (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae), em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 66, n. 2, p. 123-131, 1999b.

[38] Quiroz, A. A. et al. Pre-emergent evaluation of *Croton ehrenbergii* (Euphorbiaceae) and characterization of L-quebrachitol and flavones. **Planta Medica**, v. 82, n. S 01, p. P168, 2016.

[39] Raghuwanshi, M. G. et al. Evaluation of antimicrobial activity of dried juice of Euphorbia neriifolia. **J. Sci. Inform**, v. 7, p. 51-55, 2013.

[40] Ramalakshmi, S.; Muthuchelian, K. Studies on cytotoxic, phytotoxic and volatile profile of the bark extract of the medicinal plant, *Mallotus tetracoccus* (Roxb.) Kurz. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 43, p. 6176-6184, 2013.

[41] Rice, E. L. Allelopathy. Academic press. 2012.

[42] Rios, M. Y. et al. Phytotoxic and nematicide evaluation of *Croton ehrenbergii* (Euphorbiaceae). **Pest management science**, v. 75, n. 8, p. 2158-2165, 2019.

[43] Santos, P. E. M. et al. Contact toxicity of essential oil of *Croton pulegiodorus* baill on *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 329-335, 2019.

[44] Sátiro, L. N.; Roque, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botânica. Brasileira**, v 22, n 1, p. 99-118, 2008.

[45] Silva, P. T. et al. Cytotoxic and Antifungal Activity of Chalcones Synthesized from Natural Acetophenone Isolated from *Croton anisodontus*. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 3, 2020.

[46] Silva, U. P. et al. Allelopathic activity and chemical constituents of extracts from roots of *Euphorbia heterophylla* L. **Natural product research**, v. 33, n. 18, p. 2681-2684, 2019.

[47] Sisodia, S.; Siddiqui, M. B. Allelopathic effect by aqueous extracts of different parts of *Croton bonplandianum* Baill. on some crop and weed plants. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development**, v. 2, n. 1, p. 022-028, 2010.

[48] Soltani, J.; Aliabadi, A. A. Antibacterial effects of several plant extracts and essential oils on *Xanthomonas arboricola* pv. juglandis in vitro. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 16, n. 4, p. 461-468, 2013.

[49] Soto-Armenta, L. et al. Extraction and bioactivity from *Jatropha curcas* L. leaves by steam distillation. **Pak. J. Bot**, v. 51, n. 2, p. 567-572, 2019.

[50] Souza Filho, A. P. S.; ALVES, S. M. Alelopatia em ecossistema de pastagem cultivada. Belém: Embrapa-CPATU, 72p. (Embrapa- CPATU. Documentos, 109). 1998.

[51] Tomar, N. S.; Sharma, M.; Agarwal, R. M. Phytochemical analysis of *Jatropha curcas* L. during different seasons and developmental stages and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L) as affected by extracts/leachates of Jatropha curcas L. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 21, n. 1, p. 83-92, 2015.

[52] Trindade, M. J. S.; Lameira, O. A. Espécies úteis da família Euphorbiaceae no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014.

[53] Vizzotto, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

[54] Webster, G. L. **Systematics of the Euphorbiaceae.** Annals of the Missouri Botanical Garden 81:1 144. 1994.

[55] Wijesundara, S.; Kannangara, B; Abeywickrama, K. Antifungal Activity of Croton aromaticus L. in vitro, Against Post-Harvest Fungal Pathogens Isolated from Tropical Fruits. **Journal of Agricultural Sciences–Sri Lanka**, v. 11, n. 2, 2016.

[56] Wurdack, K. J., et al. Molecular phylogenetics analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid rbcL and trnL-F DNA sequences. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 8, p. 1397-1420, 2005.

[57] Xu, J. et al. Characterization of diterpenes from *Euphorbia prolifera* and their antifungal activities against phytopathogenic fungi. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 63, n. 25, p. 5902-5910, 2015.

Capítulo 7

Consórcio de couve de folhas (Brassica oleracea var. acephala) com plantas aromáticas e suas implicações no manejo do pulgão Lipaphis pseudobrassicae (Davis, 1914) (Hemiptera: Aphididae)

Maria Janiele Alexandre Carvalho
Lucas Matheus Monteiro dos Santos
Geordan Olegário dos Santos Primo
Cláudia Helena Cysneiros Matos
Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Resumo: O cultivo tradicional de hortaliças, baseado no monocultivo, é amplamente utilizado, mas aumenta a suscetibilidade ao ataque de insetos-praga. Assim, o consórcio de hortaliças é uma prática promissora, pois envolve a implantação de duas ou mais espécies na mesma área de cultivo, melhorando a fertilidade do solo, otimizando o uso dos recursos fundamentais - como terra, água e mão de obra – além de contribuir para uma maior diversificação de insetos benéficos, tornando-se uma alternativa promissora. Nesse sentido, foi avaliado o efeito do consórcio da couve de folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*) com as plantas aromáticas: coentro (*Coriandrum sativum L.*) e manjericão (*Ocimum basilicum* L.) na atratividade de coccinelídeos predadores associados ao cultivo. Também foi realizado estudos em laboratório sobre a capacidade predatória de adultos de *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Lipaphis pseudobrassicae* (Hemiptera: Aphididae). O estudo foi realizado em área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE), no período de fevereiro a junho de 2024. O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições: T1 = Couve solteira (C); T2 = Couve consorciada com coentro (CCO); T3 = Couve consorciada com manjericão (CM); T4= Couve consorciada com coentro e manjericão (CC0M); T5 = Coentro solteiro (CO) T6= Manjericão solteiro (M). A amostragem dos artrópodes foi realizada semanalmente, a partir da quarta semana da couve de folhas transplantada em campo, por meio de batida na bandeja e observação e contagem direta dos insetos. Ao longo das amostragens foram contabilizados 626 coleópteros coccinelídeos, com destaque para *H. convergens*, a qual teve maior expressividade. Para o teste de predação o experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, utilizando dois tratamentos: fêmeas e machos de *H. convergens*, com 10 repetições. Avaliou-se a predação diária de *H. convergens* sobre adultos de *L. pseudobrassicae* no período de 24h. O predador *H. convergens* demonstrou ser eficiente sobre *L. pseudobrassicae*, apresentando potencial de controle sobre esta praga. Em relação ao consórcio da couve de folhas com o coentro e o manjericão, estas aromáticas não interferiram significativamente no desenvolvimento da cultura principal e proporcionaram uma menor incidência de Aphididae e Aleyrodidae, nos cultivos consorciados, demonstrando ser uma opção sustentável para o controle de pragas, além de disponibilizarem recursos, como pólen e néctar para os coccinelídeos.

Palavras-Chave: Controle biológico, Olerícolas, Predação, Pulgão.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui condições edafoclimáticas favoráveis à produção contínua e diversificada de hortaliças ao longo de todas as estações do ano. Dentre as vantagens que apresentam, está a facilidade de cultivo, o qual pode ser feito em pequenas propriedades, constituindo-se numa opção de renda viável, uma vez que apresenta alta rentabilidade por área cultivada. Essa característica é particularmente relevante em regiões onde as propriedades rurais são cada vez menores (Brainer, 2019).

Entretanto, o cultivo tradicional, que baseia no monocultivo, é a forma mais adotada na cadeia de produção de hortaliças e tem como principal fator limitante o aumento da suscetibilidade ao ataque de insetos-praga, desde o início do desenvolvimento das plantas (Silva *et al*., 2012). Esses ambientes são homogêneos onde os insetos encontram grande disponibilidade de alimento e baixa competição intraespecífica, o que favorece maior expressão do seu potencial biótico, gerando assim os surtos populacionais de pragas (Altieri; Nicholls, 2018).

Por outro lado, o consórcio de hortaliças é uma prática promissora, pois envolve a implantação de duas ou mais espécies na mesma área de plantio (Li *et al*., 2023), proporcionando o enriquecimento do solo, tornando mais fértil e produtivo, tendo em vista otimizar o uso dos recursos fundamentais, como a terra, água e mão de obra (Sediyama *et al*., 2014). Além disso, possibilita que o produtor possua uma maior estabilidade na oferta dos alimentos e mais segurança do processo produtivo (Forlani *et al*., 2022).

Dentre as possibilidades de consorciação, está a couve de folhas ou couve manteiga (*Brassica oleracea* var.*acephala*), que é uma hortaliça de grande importância econômica (Novo *et al*., 2010). Seu consumo vem crescendo em diversas regiões do Brasil (Aguiar *et al*., 2014), e pode ser cultivada durante todo o ano, devido à sua tolerância ao calor, apesar de ser mais típica das estações de outono e inverno (Šamec *et al*., 2019).

No cultivo da couve, para garantir a eficiência desejável da cultura, o controle de pragas e doenças é de suma importância (Santos, 2023). O método convencional de controle tem se baseado no uso de pesticidas, no entanto, o uso excessivo desses produtos pode resultar em diversos problemas, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente, incluindo a degradação do solo, a contaminação da água, morte dos inimigos naturais e o desenvolvimento de resistência das pragas aos produtos utilizados (Gallo *et al.*, 2002; Rigotto, Vasconcelos & Rocha, 2014).

Neste contexto, entre as estratégias de controle alternativo está a utilização do controle biológico conservativo, que foca na preservação e aumento dos agentes naturais como predadores, parasitóides, herbívoros, competidores e patógenos no controle de pragas (Venzon *et al*., 2019; Fontes *et al*., 2020). Nesse sentido, entre esses agentes, a utilização de predadores é uma estratégia altamente viável, onde destaca-se a ordem coleóptera, família Coccinellidae, (Fontes; Valadares-inglis, 2020).

Dentre as espécies de coccinelídeos predadores, *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae) apresentam enorme potencial para utilização no controle biológico de pragas, onde são predadores vorazes de pragas agrícolas de importância econômica, como pulgões, moscas-brancas (Hodek e Evans, 2012), larvas pequenas e ovos de lepidópteros (Kundoo e Khan, 2017). Dentre os pulgões, o *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis, 1914) se destaca como uma praga de grande impacto

na família Brassicaceae, causando danos diretos e atuando como vetor de múltiplos vírus de plantas (Ferreira, 2013).

Outra forma alternativa para o controle de pragas é a utilização de plantas aromáticas, que emitem naturalmente substâncias que podem apresentar atividade repelente para determinados insetos-praga (Batista *et al*., 2017). Além disso, essas plantas são atrativas para artrópodes predadores, que conseguem se manter no cultivo, se beneficiando de abrigo e de alimentos alternativos, como pólen e néctar e local de oviposição, contribuindo para o controle biológico de pragas (Togni *et al*., 2016). Dentre as aromáticas se destacam o coentro (*Coriandrum sativum* L.) e o manjericão (*Ocimum basilicum* L.).

Alguns estudos têm demonstrado o efeito benéfico do consórcio com plantas aromáticas. Resultados obtidos por Moraes e Nunes (2017) demonstram que o consórcio cebolinha-coentro resultou em maior abundância de joaninhas das espécies *Eriopis conexa* (Germar, 1824), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus,1763), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), *Coleomegilla quadrifasciata* (Schönherr, 1808) e *Chilocorus renipustulatus* (Scriba, 1971), em comparação ao cultivo solteiro de cebolinha (*Allium schoenoprasum* L). Essa diferença foi mais evidente a partir do início do florescimento do coentro, que fornece néctar e pólen, atraindo um maior número de joaninhas. Brito (2018) demonstrou que a associação de aromáticas (coentro e manjericão) ao cultivo de pimenta foi benéfica, pois reduziu a incidência de pragas através do estabelecimento de inimigos naturais nas áreas consorciadas.

Com base nesses estudos que demonstram o potencial de plantas aromáticas em aumentar a presença de inimigos naturais, o presente trabalho teve por objetivo: (a) avaliar o efeito do consórcio de couve de folhas (*B. oleracea* var.*acephala*) com as plantas aromáticas coentro (*C. sativum*) e manjericão (*O. basilicum*.), sobre a incidência de coccinelídeos predadores; (b) avaliar a capacidade predatória de *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão *Lipaphis pseudobrassicae* Davis, 1914; (c) avaliar a eficiência das plantas aromáticas coentro (*Coriandrum sativum* L.) e manjericão (*Ocimum basilicum* L.) utilizadas sobre a cultura principal couve de folhas (*Brassica oleracea* var.*acephala*).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A CULTURA DA COUVE DE FOLHAS

A couve de folhas (*Brassica oleracea* var.*acephala*), conhecida também por couve manteiga, pertence à família Brassicaceae e tem seu centro de origem no continente Europeu. É uma hortaliça anual ou bienal (Trani *et al*. 2015) que tem grande importância econômica na olericultura orgânica brasileira, pois se destaca como base da agricultura familiar (Silva *et al*., 2012) e está presente na refeição de muitos brasileiros, sendo usada em diversas receitas e acompanhamentos.

Apresenta riqueza notável em nutrientes, especialmente cálcio, ferro, vitaminas A, e C, fibras e proteínas (Aguiar *et al*., 2014). Além disso, contém a presença de carotenóides e concentrações de luteína e beta caroteno, contribuindo para o tratamento de doenças (Lefsrud, 2007). No Brasil sua produção chega a cerca de 162 mil toneladas por ano (IBGE, 2017), onde maior parte é produzida pela agricultura familiar (Lopes; Albuquerque, 2018).

Essa cultura é comum em estações de outono e inverno, sendo que a faixa de temperatura ótima é de 16 a 22 °C, e para um melhor desenvolvimento solos argilosos com pH entre 5,5 e /6,5 são os mais indicados (Ramos *et al*., 2019). Sua propagação pode ser realizada por sementes e brotações, as sementes são plantadas em recipientes adequados, logo em seguida são transplantadas para o solo definitivo. Já a propagação por brotos envolve a remoção de pequenas brotações que surgem nas laterais das folhas de plantas adultas e esses brotos são então transplantados para canteiros ou bandejas, sendo essa técnica bastante empregada pelos produtores rurais (Filgueira, 2008).

Para a comercialização da couve de folhas, são retiradas todas as folhas de tamanhos igual ou superior a 15 centímetros, sem danos causados por pragas, patógenos e sem sinais de senescência (Azevedo *et al*., 2014). São observadas também aspectos como, forma, aparência, brilho e cor, que são essenciais para a venda ao consumidor. Para alcançar o alto rendimento em campo é de fundamental importância o monitoramento e desenvolvimento da cultura, e isso permite adotar medidas de controle minimizando os danos causados por pragas e doenças (Ramos *et al*., 2019).

2.2. A CULTURA DO COENTRO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta aromática que pertence à família Apiaceae, mesma família da salsa (*Petroselinum crispum* L.*)*, cenoura (*Daucus carota* L.) entre outras espécies. Nativa do Mediterrâneo (Al-fraihat; Zatimeh; Al-dalain, 2023), foi introduzida no Brasil pelos portugueses durante a colonização.

É uma cultura de ciclo anual, podendo atingir uma altura de 20–70 cm (Al-khayr *at al*.,2023), e possui raiz superficial, com folhas verdes-brilhantes, alternas e entrecortadas até a inserção do pecíolo (Brandão *et al*., 2022). Suas flores se formam em pequenas umbelas e apresentam coloração branca ou rosa-clara, sendo assimétricas, com as pétalas apontando para longe do centro. Possui as sementes em esquizocarpo seco globular quase ovalado com dois mericarpos (Mandal; Mandal, 2015).

O coentro é uma hortaliça rica em vitaminas A, complexo B e C, além de cálcio e ferro. Tem grande importância socioeconômica e nutricional, além de possuir uso medicinal e como condimento (Brandão *et al*., 2022). Apesar de ser considerada uma cultura de "fundo de quintal" (Silva; Coelho júnior; Santos, 2012), é consumida em quase todo o mundo.

No Brasil, é uma das aromáticas mais comuns na culinária, com grande destaque, principalmente, na região Nordeste (Menezes, 2018). Entretanto devido às condições climáticas favoráveis pode ser cultivado durante todo o ano no Norte e Nordeste do país (Silva; Coelho júnior; Santos, 2012). Além disso, a espécie é considerada tolerante à acidez e não exige muita fertilidade (Filgueira, 2008), além de ser uma ótima planta companheira (Rabelo *et al*., 2019).

Além disso o coentro é uma excelente opção para o consórcio com a couve folha, pois seu crescimento acelerado auxilia na proteção da cultura principal, já que o aroma que libera pode atuar como repelente de pragas, enquanto suas flores, de fácil acesso, atraem diversos inimigos naturais, como os Coccinelídeos (Togni, 2009).

2.3. A CULTURA DO MANJERICÃO

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta aromática que pertence à família Lamiaceae, sendo nativo da Ásia tropical. Foi introduzido no Brasil por imigrantes

italianos (Oliveira *et al*., 2020). É uma espécie herbácea que possui ciclo anual, altura que varia de 30 a 100 cm, e possui um caule ereto e bem ramificado. Suas raízes são pivotantes e profundas, podendo atingir até 30 cm em solos com boa drenagem (França *et al*., 2017; Shahrajabian *et al.*, 2020).

No Brasil, o cultivo de manjericão é realizado principalmente por pequenos produtores, que visam a comercialização de suas folhas (Luz *et al*., 2014). É uma aromática de grande importância, pois possui uma diversidade de usos, como óleos essenciais, utilização *in natura*, nas indústrias alimentícias, de cosméticos, medicinais/fitoterápicas (França *et al*., 2017).

Seus óleos essenciais possuem mais de 20 componentes, abrangendo metil chavicol, metil cinamato, eugenol, citral, linalol, timol, estragol, geraniol, calareno, cânfora e taninos, que podem ser utilizados para o controle de pragas (Silva *et al*., 2017). Além disso, o extenso período de floração desta planta, que varia de três a quatro meses, pode favorecer culturas associadas ao atrair insetos benéficos, como coccinelídeos e polinizadores. Suas flores são reconhecidas por serem uma rica fonte de néctar (Pereira *et al*., 2015).

2.4. O PULGÃO *Lipaphis pseudobrassicae* (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Os afídeos (Hemiptera: Aphididae) são pragas agrícolas de grande importância, sendo pragas-chave de várias culturas. Possuem taxa reprodutiva elevada e acelerada, resultando na formação de grandes colônias em um curto espaço de tempo. (Santos *et al*.,2023). Os danos são provocados pela sucção de seiva do floema, que prejudica o desenvolvimento da planta atacada (Zawadneak *et al*., 2015).

Além disso, possuem uma alta capacidade de transmitir centenas de vírus para as plantas (Guo *et al*., 2023). Também excretam uma substância açucarada que contribui para a proliferação do fungo *Capnodium* conhecido como fumagina. Tanto as ninfas dos pulgões quanto os adultos são capazes de causar danos à cultura. Sua presença é frequentemente indicada pelo encarquilhamento e amarelecimento das folhas e brotações (Cosmo; Galeriani, 2020; Zawadneak *et al*., 2015).

Dentre as diversas espécies de afídeos que podem causar danos a cultura da couve destaca-se o pulgão *L. pseudobrassicae.* De origem paleártica, está associada a diversas espécies da família Brassicaceae (Blackman; Eastop, 2007). No Brasil teve seu primeiro registro associado à couve de folhas por volta dos anos 2000 (Resende *et al*., 2006). Conhecido popularmente como pulgão do nabo ou pulgão da mostarda, tem distribuição global, no entanto se desenvolve melhor em climas mais quentes (Blackman; Eastop, 2007).

Os adultos apresentam um comprimento de 2 a 4 mm, possuem corpo piriforme e mole, antenas curtas em relação ao tamanho total do seu corpo, abdome com dois apêndices tubulares laterais (sifúnculos) e um central (codícula); podendo ser alados (com asas) ou ápteros (sem asa). As ninfas possuem um formato semelhante ao adulto, porém em menor tamanho (Michereff Filho *et al*., 2021).

Vale salientar que *L. pseudobrassicae* mostrou-se uma praga com alto potencial para causar danos significativos à couve de folhas (*B. oleracea* var. *acephala*), podendo levar a perdas econômicas consideráveis (Melo Júnior, 2023).

2.5. O PREDADOR *Hippodamia convergens* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

Os coccinelídeos, mais conhecidos como joaninhas, pertencem à Ordem Coleoptera e são um dos grupos de insetos mais importantes ecologicamente, pois se destacam como predadores vorazes de várias pragas agrícolas (Najajrah *et al*., 2019; Hodek e Evans, 2012). São representados por mais de 6.000 espécies descritas em 360 gêneros, e constituem cerca de 90% de insetos considerados benéficos ao ambiente (Silva *et al*., 2022).

Os coccinelídeos possuem metamorfose completa (ovo, larva, pupa e adulto), e a fase de larva passa por 4 ínstares antes de chegar até a fase de pupa e formarem os adultos (Kundoo; Khan, 2017). Tanto as larvas como os adultos são reconhecidos como importantes agentes de controle biológico. São encontrados em diversos ecossistemas, desde pequenas hortas até grandes áreas cultivadas, como pomares e lavouras (Fontes *et al*., 2020).

Dentre os coccinelídeos de importância agrícola, destaca-se *H. convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) predador cosmopolita, nativo da América (Vargas; Michaud; Nechols *et al*., 2013). Sua dieta é composta principalmente por pulgões, mas, como um predador generalista, também consegue se alimentar de larvas de outros insetos, ácaros, psilídeos e até de néctar floral (Santos *et al.* 2017).

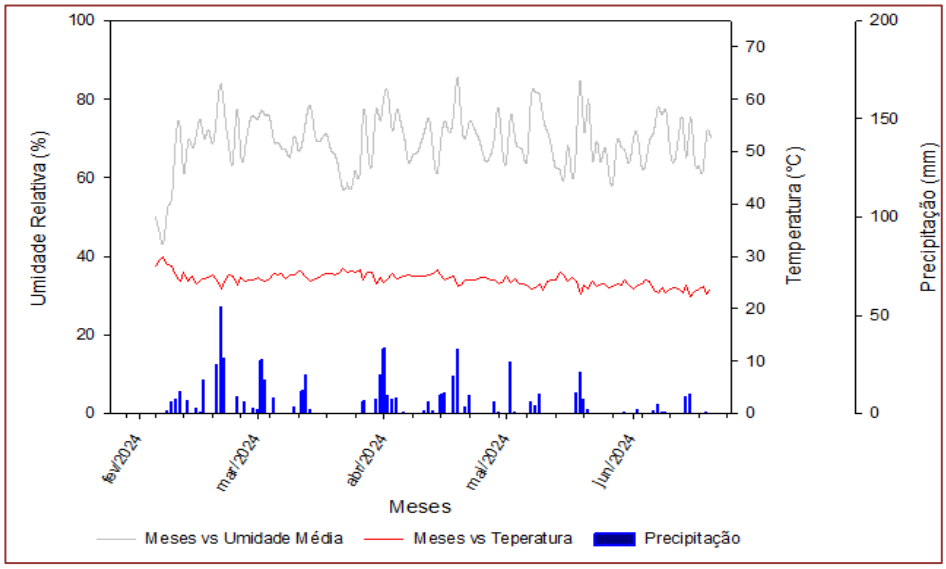
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em área experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), Serra Talhada – PE, no período de fevereiro a junho de 2024. A área de estudo está situada nas coordenadas geográficas (07° 95’ 49” S e 38° 29’ 51” O), sendo que o clima na região é semiárido quente e seco do tipo BSwh (Alvares *et al*., 2013), com chuvas de verão, iniciando no começo de dezembro e cessando ao final de abril, com 632 mm de precipitação média anual (Oresca *et al*., 2021).

Durante a realização do estudo, a temperatura média manteve-se em torno de 25,52 °C, oscilando entre 22,24 °C de temperatura mínima a 29,77°C de temperatura máxima. A média da umidade relativa do ar foi de 69,09% (Figura 1). Quanto às precipitações, observou-se um valor cumulativo de 575,20 mm durante o experimento. Estes dados foram obtidos junto à estação automática da UFRPE/UAST.

Figura 1- Dados meteorológicos de temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), e precipitação (mm) no período de fevereiro a junho de 2024, totalizando 138 dias, coletados na estação automática da UFRPE/UAST



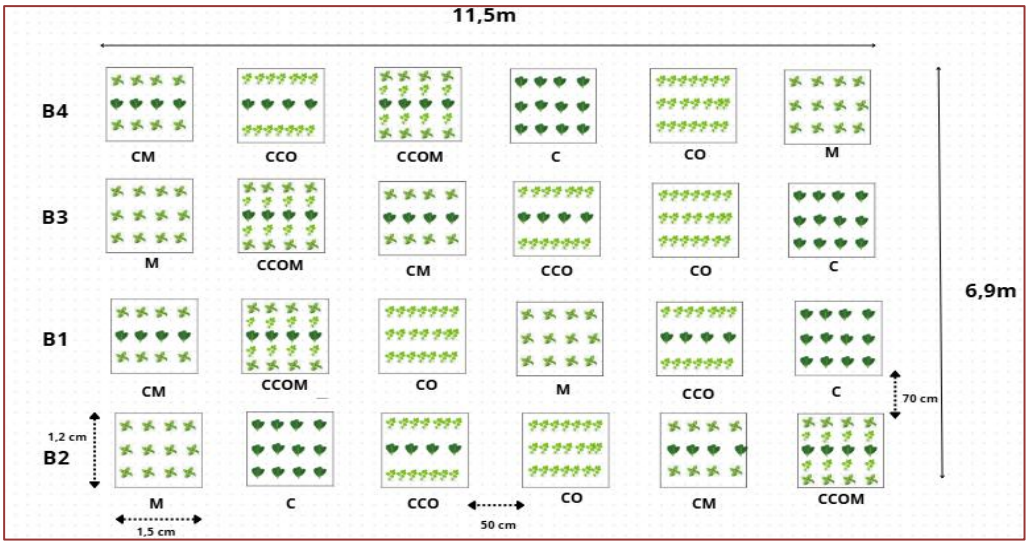
Fonte: O autor, 2024.

Como cultura de interesse principal (CP) foi utilizada a couve de folhas (*B. oleracea* var. *acephala*), a qual foi estabelecida em cultivo solteiro (C) e combinada em consórcio com plantas aromáticas (PA) em barreiras. As plantas aromáticas utilizadas foram: coentro (*C. sativum*) e manjericão (*O. basilicum*)

O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições: T1 = Couve solteira (C); T2 = Couve consorciada com coentro (CCO); T3 = Couve consorciada com manjericão (CM); T4= Couve consorciada com coentro e manjericão (CC0M); T5 = Coentro solteiro (CO) T6= Manjericão solteiro (M).

As parcelas experimentais mediram 1,5 x 1,2 metros, com uma área de 1,8 m^2, e os espaçamentos entre as parcelas foram de 50 cm e 70 cm entre os blocos (Figura 2). Para a couve de folhas solteira foi adotado um espaçamento de 0,6 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, totalizando 12 plantas por parcela; no tratamento consorciado com coentro (CCO) o mesmo foi semeado nas bordas das parcelas e entre essas a couve de folhas. Para a couve de folhas consorciada com o manjericão (CM) adotou-se o mesmo espaçamento, entretanto, o manjericão foi plantado no formato de barreira nas bordas da parcela com espaçamento de 0,5 m entre plantas, totalizando quatro plantas de couve de folhas e oito plantas de manjericão. Para a couve de folhas consorciada com o coentro + manjericão (CC0M) adotou-se o mesmo espaçamento; o manjericão foi plantado em formato de barreira nas bordas da parcela com espaçamento de 0,5 m entre plantas e o coentro foi plantado em linha entre a couve de folhas e o manjericão. Para o manjericão solteiro adotou-se o mesmo espaçamento da couve de folhas solteira, totalizando 12 plantas por parcela. E para o coentro solteiro foram utilizadas três linhas dispostas nas parcelas (Figura 2).

Figura 2- Croqui da área para experimento em campo. Serra Talhada/PE, 2024



C: couve solteira, CC0: couve + coentro, CM: couve + manjericão, CC0M: couve + coentro + manjericão, C0: coentro, M: manjericão. Serra Talhada, PE, 2024.

Fonte: O autor, 2024.

O preparo da área foi realizado com capina, e logo em seguida foi feito o revolvimento do solo e a elevação dos blocos. A adubação de plantio foi realizada com uso de esterco bovino (3 kg.m^2) e a irrigação de forma complementar, em dois turnos ao dia, com sistema de irrigação por gotejamento.

O transplantado da couve de folhas foi realizada quando a planta apresentou 4 folhas desenvolvidas, o coentro foi semeado na mesma semana do transplantio da couve de folhas, e o manjericão foi transplantado para a área 10 dias antes das demais culturas. O plantio do manjericão e da couve de folhas foram realizados com mudas produzidas em bandejas plásticas de 120 células preenchidas com substrato 1/1/1 de terra, areia e esterco bovino. No experimento, foram utilizadas a couve de folhas da geórgia (Isla ®), coentro Verdão (Isla ®) e manjericão tipo Limoncino (Isla ®).

3.2. PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM DOS INSETOS

A amostragem dos artrópodes foi realizada semanalmente (a partir da quarta semana da couve de folhas ser transplantada em campo), totalizando 10 coletas. As avaliações foram feitas da seguinte maneira: A) por meio de batida na bandeja, consistindo em três batidas, de cada parcela amostradas na bandeja branca, contendo 100 mL de água e detergente para a quebra da tensão superficial, sendo, então, amostradas três plantas/parcela (Figura 3 A) e B) por meio da observação e contagem direta dos insetos em cada parcela por um período de cinco minutos (Figura 3 B).

Figura 3- Coleta dos artrópodes presentes nos plantios solteiros de couve de folhas (*Brassica oleracea)* e consorciado com plantas aromáticas, na área experimental da UAST/UFRPE: (A) através da batida na bandeja; (B) observação visual

Fonte: O autor, 2024.

Os artrópodes coletados foram levados ao laboratório do Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA/UAST/UFRPE) e acondicionados em frascos contendo álcool a 70% para triagem e identificação. A identificação foi realizada sob estereomicroscópio binocular, com base em Gallo *et al*. (2002), Fujihara *et al*. (2011) e Celli *et al*. (2021).

Para analisar o efeito do consórcio na abundância de coccinelídeos predadores foram calculados os indivíduos presentes ao longo de cada semana de amostragem. A abundância foi comparada entre os tratamentos. Para as realizações das análises estatísticas, os dados foram transformados por ($\sqrt{x+1}$) submetidos Análise de Variância (ANOVA). Quando significativos foram comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) por meio do *software* R.

3.3. BIOMETRIA DA COUVE DE FOLHAS (*Brassica oleracea*)

Ao fim do ciclo foi avaliada a eficiência do consórcio sobre a couve de folhas. Foram escolhidas, ao acaso, três plantas da couve de folhas de cada parcela (fileira) para a biometria. Foi realizada a medição da altura da planta (cm); diâmetro do caule (mm); número de folhas com tamanho comercial (>15 cm) e sem sinais de senescência, número total de folhas na planta, massa fresca das folhas comercial (>15 cm), massa fresca total das folhas, consoante a metodologia adaptada de Azevedo *et al*., (2012), (Figura 4). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e quando significativos foram comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) por meio do *software* R.

Figura 4- Análises biométricas da couve de folhas (*Brassica oleracea)*

Fonte: O autor, 2024.

3.4. CRIAÇÃO DE *Lipaphis pseudobrassicae* E *Hippodamia convergens*

Plantas de couve de folhas (*B. oleracea*) foram cultivadas em vasos de polietileno com capacidade para 15 L, utilizando-se uma mistura de solo e esterco bovino na proporção de 1:1. Após o desenvolvimento das plantas, estas foram infestadas com pulgões *L. pseudobrassicae*, coletados na área experimental (Figura 5). Os pulgões foram utilizados para alimentar o coleóptero *H. convergens* durante seu desenvolvimento e nos testes de predação.

Para a identificação dos pulgões, espécimes foram coletados na área experimental, acondicionados em recipientes plásticos contendo álcool a 70% e transportados para o Laboratório do Núcleo de Ecologia de Artrópodes da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (NEA/UAST), onde foram identificados com o auxílio de um estereomicroscópio binocular e da chave taxonômica de Michereff Filho *et al*., (2021).

Figura 5-Aspecto geral da couve de folhas (*Brassica oleracea*) (A) cultivadas em vaso. (B) *Lipaphis pseudobrassicae.*

Fonte: O autor, 2024.

Os coccinelídeos *H. convergens* foram criados em folhas da couve de folhas infestadas por *L. pseudobrassicae*. Os insetos foram mantidos em potes de plástico transparentes (altura

8 cm e 11 cm de diâmetro), contendo espuma (2,0 cm de espessura), umedecida com água destilada, e fechados com filme PVC perfurado, para proporcionar as trocas gasosas.

A criação iniciou-se com cinco casais adultos coletados em folhas da couve de folhas da área experimental. Em seguida foram transferidos para o laboratório e mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. sob condições controladas (27 ± 2°C, UR de 70 ± 10% UR e 12 horas de fotoperíodo). As plantas utilizadas para as arenas experimentais, foram provenientes da plantação em vasos.

3.5. CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Os bioensaios foram realizados nas mesmas condições experimentais e em arenas semelhantes às da criação-estoque do predador. Para o teste de predação o experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, utilizando dois tratamentos (fêmeas e machos) com 10 repetições. Avaliou-se a predação diária de *H. convergens* (n= 10 repetições/sexo) sobre adultos de *L. pseudobrassicae* no período de 24h. Cada repetição consistiu numa arena, contendo uma densidade de 100 pulgões adultos de *L. pseudobrassicae* e um predador adulto de *H. convergens.* Esta densidade foi selecionada com base no consumo diário do predador (Júnior; Santos; KuranishI, 2004).

A seleção de *H. convergens* para os bioensaios foi realizada através da obtenção de pupas provenientes das criações-estoque mantidas no laboratório. Essas pupas foram isoladas até que os adultos emergissem. Os adultos foram colocados em arenas de plástico, com um casal por arena, durante 10 dias, permitindo a cópula e o desenvolvimento da maturidade reprodutiva. Desta forma evitou-se que os resultados da predação sofressem interferências em relação à diferença de idades dos indivíduos.

Em seguida, os predadores adultos foram isolados e submetidos a um período de jejum de 24 horas antes do início do experimento, a fim de assegurar que o seu comportamento alimentar não fosse influenciado por refeições recentes. Essa medida visa garantir que qualquer variação observada no consumo de alimento esteja diretamente relacionada às condições experimentais.

As arenas experimentais foram verificadas em intervalos de quatro horas, após a liberação dos adultos do predador, por um período de 24 horas de avaliação (14h, 18h, 22h, 02h, 06h e 10h). O número de pulgões consumidos foi registrado. Em cada avaliação os pulgões consumidos foram reabastecidos, mantendo-se a densidade de 100 indivíduos/arena. Também foi registrado o peso inicial e final dos predadores (machos e fêmeas) com o auxílio da balança analítica (0,0001g de precisão), seguindo a metodologia adaptada de Işikber (2005).

3.6. ANÁLISE DE DADOS

Os dados de predação (em função do tempo), e do peso obtidos por fêmeas e machos de *H. convergens* sobre adultos de *L. pseudobrassicae* foram transformados por ($\sqrt{x+1}$) e submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias comparadas pelo teste t de *student*, através do *software* R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento ao longo das 10 amostragens, foram contabilizados 34.050 indivíduos associados aos cultivos solteiros de couve de folhas, e consorciados com as plantas aromáticas coentro e manjericão. Os insetos estiveram distribuídos em oito ordens e 22 famílias (Tabela 1), sendo 40,7% presentes no cultivo da couve solteira, 20,9% na couve consorciada com coentro, 17,2% na couve consorciada com manjericão, e 14,7% na couve consorciada com coentro e manjericão. O coentro e o manjericão solteiro apresentaram menos de 4 % de incidência de insetos (Tabela 1).

Dentre os insetos coletados foram contabilizados 626 coleópteros coccinelídeos, sendo 129 coletados na batida da bandeja e 497 durante a análise visual. A maior incidência desses predadores foi observada no tratamento de couve das folhas solteira, com 287 indivíduos. Em seguida, vieram os tratamentos de couve consorciada com coentro (129), couve consorciada com manjericão (97), couve consorciada com coentro e manjericão (64), coentro (28) e manjericão (22) (Figura 6).

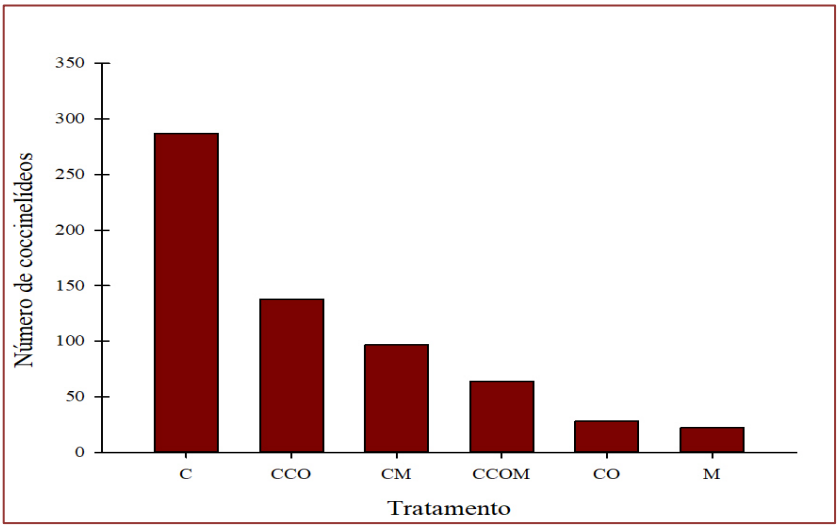
Tabela 1- Insetos associados ao cultivo solteiro de couve de folhas e em consórcio com coentro e manjericão no município de Serra Talhada-PE, no período de março a junho de 2024, identificados por ordem e família

Ordem	Família	C	CCO	CM	CCOM	CO	M	Total
Hemiptera	Aphididae	9281	4849	4359	3658	242	401	22790
	Aleyrodidae	3731	1655	937	820	277	142	7562
	Cicadellidae	20	15	46	38	71	111	301
	Pentatomidae	-	-	4	1	1	3	9
Coleoptera	Coccinellidae	286	129	97	64	28	22	626
	Chrysomelidae	1	-	1	2	1	9	14
	Carabidae	-	-	-	-	-	1	1
Diptera	Dolichopodidae	13	7	25	61	1	46	153
	Drosophilidae	51	11	15	3	0	12	92
	Syrphidae	1	1	2	2	4	5	15
	Muscidae	12	7	2	10	5	8	44
Hymenoptera	Apidae	2	78	44	78	77	89	368
	Formicidae	290	247	178	229	315	299	1558
	Braconidae	1	-	-	-	-	2	3
	Chalcididae	1	-	-	-	1	-	2
	Eulophidae	1	-	-	2	-	1	4
	Pteromalidae	16	8	4	5	1	0	34
Lepidoptera	Pieridae	135	90	110	4	1	2	342
Neuroptera	Chrysopidae	0	1	1	3	0	4	9
Horthoptera	Acrididae	1	1	7	6	2	6	23
	Trigonidiidae	2	2	2	3	-	6	15
Thysanoptera	Thripidae	7	5	4	12	23	34	85
Total								**34050**

C - Couve solteira; CCO - couve consorciado com coentro; CM - couve consorciado com manjericão; CCOM: couve consorciado com coentro e manjericão; CO: coentro; M: manjericão.

Foi possível observar a ocorrência de quatro espécies de coccinelídeos associados aos cultivos, *H. convergens* (81,63%), *Zagreus bimaculosus* (Mulsant, 1850) (7,51%), *Curinus* sp (7,03%) e *Cycloneda sanguínea* (L., 1763) (3,83%).

Figura 6- Distribuição dos coccinelídeos predadores (n=626) associados ao cultivo solteiro da couve de folhas e em consórcio com plantas aromáticas no município de Serra Talhada -PE



C - Couve solteira; CC0 - couve consorciado com coentro; CM - couve consorciado com manjericão; CC0M: couve consorciado com coentro e manjericão; CO: coentro; M: manjericão.

Fonte: O autor, 2024.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para a atratividade dos coccinelídeos (F= 7,01; GL= 5; P= 0,0014). No tratamento da couve de folhas solteiro (C), observou-se o maior número de predadores quando comparado ao tratamento consorciado com coentro e manjericão (CCOM) e com as aromáticas solteiras (CO) e (M). Entretanto, não foi observada diferença significativa em relação à consorciada com o coentro (CCO) e à couve consorciada com o manjericão (CM) (Tabela 2).

Tabela 2- Abundância média de coccinelídeos obtidos através de coleta ativa associados ao cultivo solteiro da couve de folhas, coentro e manjericão e consorciados, no município de Serra Talhada-PE, no período de abril a junho de 2024

Tratamento	Coccinelídeos
C	71,75 a
CCO	34,5 ab
CM	24,25 ab
CCOM	16 b
CO	7 b
M	5,5 b
CV %	34.34

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferiram significativamente pelo teste de Tukey (P< 0,05). C - Couve solteira; CC0 - couve consorciado com coentro; CM - couve consorciado com manjericão; CC0M: couve consorciado com coentro e manjericão; CO: coentro; M: manjericão.

Fonte: O autor, 2024.

A maior abundância desses predadores no cultivo solteiro da couve de folhas pode ser explicada pela ocorrência de uma maior infestação por pulgões e mosca branca neste tratamento, favorecendo sua presença pela alta disponibilidade de alimento (Figura 7), já que os coccinelídeos são predadores vorazes dessas pragas (Hodek e Evans, 2012; Silva *et al*., 2020).

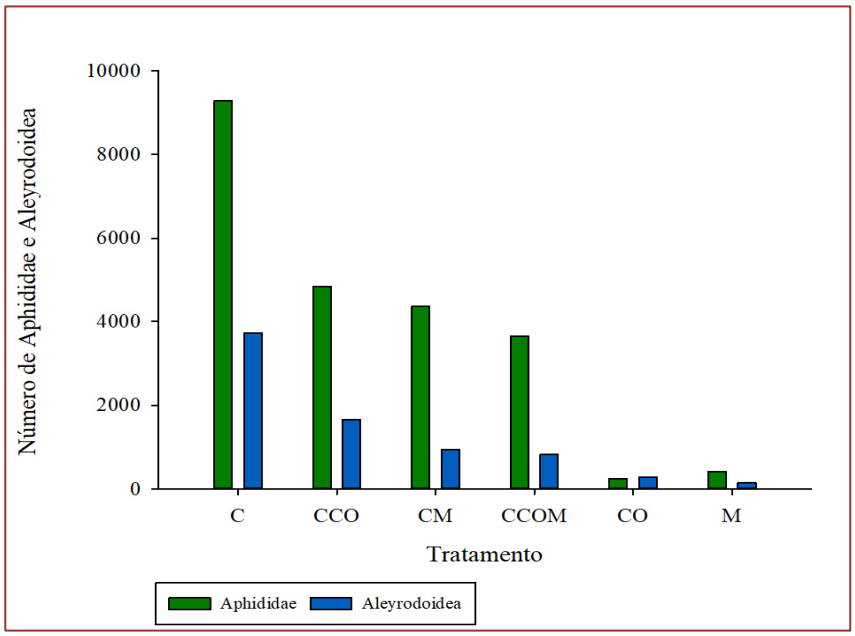
Silva (2024) em sua pesquisa envolvendo o consórcio, triplo (coentro, repolho e cebolinha) e duplo (repolho e coentro), observou que presença do coentro nesses sistemas de cultivo favoreceu o estabelecimento e desenvolvimento do predador *H. convergens.*

Resende *et al*., (2011) avaliaram a presença de joaninhas em cultivos de couve de folhas, tanto em plantio solteiro quanto consorciado com coentro, sendo identificadas oito espécies, com destaque para *C. sanguine* e *Eriopis connexa* (Germar). Os resultados indicaram uma maior abundância de joaninhas no consórcio com coentro**.** Isso se deve ao fato de que o cultivo solteiro apresentou uma baixa densidade de infestação por pulgões (Hemiptera: Aphididae), enquanto o consórcio da couve de folhas com o coentro proporcionou um ambiente atrativo para as joaninhas, oferecendo recursos alimentares da aromática (polén e néctar) e abrigo.

Moraes e Nunes (2017) avaliam a diversidade e a abundância de joaninhas em cultivo de cebolinha solteiro e em consórcio cebolinha-coentro, onde foi identificado uma maior abundância e também a maior diversidade de coccinelídeos no cultivo consorciado de cebolinha-coentro. Os onde autores observaram foram cinco espécies de joaninhas (*E. connexa*, *C. sanguinea*, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773*)*, *Coleomegilla* sp. e *Chilocorus* sp.), também observou um aumento na abundância de joaninhas após o florescimento do coentro.

Outro registro importante observado no presente estudo foi a alta infestação de Hemiptera (Aphididae e Aleyrodidae) no cultivo solteiro da couve de folhas (Figura 7). Esses pulgões e moscas-brancas, são pragas de importância econômica para a cultura da couve. Ao se alimentarem da planta, sugam a seiva, transmitindo vírus e injetando toxinas, causando diversos danos, como encarquilha mento das folhas, redução do crescimento e, em casos mais severos, a morte da planta (Seif; Nyambo, 2013). Os pulgões também liberam uma substância açucarada, chamada “honey-dew”, deixando as folhas pegajosas e meladas, atraindo formigas e criando condições ideais para o surgimento da fumagina (Colariccio; Chaves, 2017).

Figura 7- Número de Aphididae e Aleyrodoidea ao longo das 10 coletas, associados ao cultivo solteiro da couve ou em consórcio com plantas aromáticas no município de Serra Talhada -PE



C - Couve solteira; CC0 - couve consorciado com coentro; CM - couve consorciado com manjericão; CC0M: couve consorciado com coentro e manjericão; CO: coentro; M: manjericão. Fonte: Carvalho, 2024

Fonte: O autor, 2024.

O consórcio com coentro e com manjericão apresentou uma menor incidência das pragas Hemiptera Aphididae e Aleyrodidae (Figura 7). Vários estudos destacam o coentro e o manjericão como plantas aromáticas usadas na consorciação como método de repelência de pragas.

Souza (2014) demonstrou que a combinação do manjericão em cultivo com pimentão reduziu a população de pulgões sem impactar de forma significativa a produção. (Nhabanga *et al*., 2019) constataram que o consórcio de tomate com coentro teve uma menor incidência de mosca-branca em suas fases de ninfa e adulta, apresentando-se como uma alternativa viável para o controlo desta praga, além de ser atrativo para inimigos naturais predadores, como, joaninhas e parasitóides, contribuindo para o controle biológico,

Medeiros *et al*., (2009) Também em estudo do efeito do consórcio tomate-coentro no controle da mosca-branca demonstraram que a incidência de adultos dessa praga foi maior em áreas de monocultivo de tomate, enquanto o consórcio com coentro resultou em uma redução expressiva. Além disso, observou-se uma diminuição na densidade de ninfas da mosca-branca nas áreas de consórcio.

No que se refere à ordem Hymenoptera, diversas famílias de insetos benéficos para a agricultura foram identificadas, incluindo a Apidae (abelhas). A ocorrência desses insetos foi observada em maior quantidade nos tratamentos solteiros das aromáticas e consorciados com ambas (Tabela 1) devido à constante floração do coentro e do manjericão. Em estudo do consórcio de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) com coentro (*C. sativum*) e manjericão (*O. basilicum*), Brito (2018) também constatou maior

ocorrência de polinizadores nos tratamentos consorciados em comparação com o cultivo solteiro da pimenta. Segundo o autor, a emissão de óleos voláteis emitidos por essas espécies aromáticas tem ação atrativa sobre insetos polinizadores (Rocha *et al*., 2012).

Observou-se a presença de insetos da ordem Lepidoptera, família Pieridae especificamente *Ascia monuste orseis* (Godart), (conhecida popularmente como curuquerê-da-couve). Sua maior ocorrência ocorreu no tratamento solteiro da couve de folhas, sendo menor nos cultivos consorciados e nas aromáticas solteiras. A utilização de plantas aromáticas cultivadas nas bordas das áreas de plantio apresenta-se como uma estratégia promissora para o manejo de determinadas pragas. Espécies como o coentro (*Coriandrum sativum*) e o manjericão (*Ocimum basilicum*) demonstram eficácia como repelentes naturais para esses insetos (Carvalho *et al*.,2024).

O uso das espécies aromáticas coentro e manjericão, em consórcio com a couve de folhas, demonstrou trazer benefícios à cultura-alvo através da atratividade de artrópodes predadores e polinizadores. Além disso essas plantas disponibilizam recursos, como pólen e néctar, que podem ser utilizados por esses organismos, além de oferecerem áreas de refúgio, locais para sobrevivência e reprodução, contribuindo para sua permanência no ambiente agrícola.

Em relação ao teste de predação, houve diferença significativa na proporção de adultos de *Lipaphis pseudobrassicae* predados por fêmeas e machos de *Hippodamia convergens* (T=6,1926 e P < 0,0001). O consumo médio das fêmeas foi de 122,8 ± 12,2 pulgões, enquanto os machos tiveram um consumo inferior de 79,7 ± 18,3 pulgões (Tabela 3).

Tabela 3- Número (± Desvio padrão) de *Lipaphis pseudobrassicae* predados por *Hippodamia convergens,* fêmeas e machos em um período de 24 horas, sob condições controladas (27 ± 2 °C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotoperíodo)

	Tempo (h)
Sexo	NCT
Fêmea	122,8 ± 12,2 a
Macho	79,7 ± 18,3 b

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferiram significativamente pelo teste de t de student (P <0,05). NCT= Número Consumido Total.

Fonte: O autor, 2024.

O maior tamanho das fêmeas dos predadores, aliado à produção de ovos, oviposição e às elevadas exigências metabólicas associadas à reprodução, resulta em um consumo maior na alimentação (Evans; Gunther, 2005; Mallama-Goyes; Eraso-Gómez, 2016). Em estudos com outras espécies de afídeos, Milléo *et al*. (2019) obtiveram resultados semelhantes, ao avaliar a predação de adultos de *Harmonia axyridis, C. sanguínea* e *H. convergens* (fêmeas e machos) sobre o pulgão *Brevicoryne brassicae* (L.) (temperatura de 24,5 ± 1 ºC, umidade de 70 ± 10% e fotófase de 12 h), observando um maior consumo por parte das fêmeas dos predadores.

Em comparação com outras espécies de coccinelídeos e afídeos, *H. convergens* mostrou-se uma predadora voraz de *L. pseudobrassicae*. Pois fêmeas e machos dessa espécie consumiram, em média, 122,8 e 79,7 pulgões, respectivamente (Tabela 3). Os resultados obtidos por Oliveira *et al.,* (2004) indicaram que diferentes coleópteros consomem de forma diferente os pulgões *Cinara atlântica,* já que fêmeas de *H. convergens* consumiram 31,27 indivíduos, enquanto *E. conexa* consumiram 31,03 indivíduos e *C. anguinea* 27,71 indivíduos, respectivamente, ao serem ofertados a cada predador 50 pulgões a cada 24 h. Já nos estudos de López-Luque *et al*. (2021) com *C. anguinea,* o número médio consumido de pulgão *M. sacchari/sorghi* foi de 72,63 indivíduos independentemente do sexo, ou seja, número inferior ao obtido nesse estudo.

Com relação ao peso inicial observou-se diferença significativa entre fêmeas e machos de *H. convergens* após 24 horas de jejum (T= 9,0021 e P < 0,0001). Observou-se também que após o consumo de *L. pseudobrassicae*, essa diferença também se manteve significativa (T=7,4743 e P < 0,0001). Ao final do experimento houve diferença significativa quando comparado o peso inicial das fêmeas de *H. convergens* com o seu peso final (T=3,645 P < 0,0001). Já o peso inicial e final dos machos não apresentou diferença significativa (T= 0,89896 e P = 0.3805). (Tabela 4).

Tabela 4- Peso médio de fêmeas e machos de *Hippodamia convergens*, após o consumo de *Lipaphis pseudobrassicae* em função do tempo, sob condições controladas (27 ± 2 °C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotoperíodo)

Tratamento	Peso Inicial (mg)	Peso final (mg)
Fêmea	19,59 ± 0,624 Ab	24,76 ± 1,186 Aa
Macho	12,20 ± 0,47 Ba	13,72 ± 5,79 Ba

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferiram significativamente pelo teste de t de Student (P <0,05).

Fonte: O autor, 2024.

O aumento de peso das fêmeas em relação aos machos pode ser explicado pelo fato de consumirem mais *L. pseudobrassicae* do que os machos. A principal razão para o maior consumo de alimento pelas fêmeas está relacionada à reprodução. A produção de ovos exige uma grande quantidade de energia e nutrientes, necessária para a formação adequada dos ovos, resultando em um consumo alimentar superior ao dos machos (Hodek; Honěk, 1996; Mallama-Goyes; Eraso-Gómez, 2016). Outro fato importante é que os machos demandam muita energia na busca por parceiras reprodutivas para o acasalamento (Omkar; Srivastava, 2001), resultando em grande perda de energia.

Apesar da ampla literatura sobre a capacidade predatória de espécies de coccinelídeos sobre pulgões (Tamashiro *et al*., 2023; Sánchez-Antezana *et al*., 2022; Milléo et al.,2019), até o presente momento não foram encontrados registros de estudos que investigassem a predação de *H. convergens* sobre o pulgão *L. pseudobrassicae*. A ausência de dados sobre essa interação específica demonstra a necessidade de investigações direcionadas, tendo em vista a importância desses insetos.

Com relação às análises biométricas, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis: altura da planta (F= 3,70; P= 0,055); diâmetro do caule (F=2,05; P=0,17); massa fresca das folhas comerciais (F= 1,48; P= 0,28); massa fresca das folhas totais (F= 2,31; P= 0,14) (Tabela 5). Já para o número de folhas comerciais e número de folhas totais, houve diferença significativa (F=5,42; P=0,02); (F=7,27; P=0,008) (Tabela 5). Observou-se que os tratamentos CCO (couve + coentro) e CM (couve + manjericão) não diferiram significativamente da C (couve solteira), ou seja, o consórcio com ambas as culturas não interferiu no desenvolvimento da cultura principal. O tratamento CCOM (couve + coentro + manjericão) apresentou número menor de folhas comerciais e totais, o que pode ser atribuído ao adensamento das culturas.

O fato das variáveis número de folhas comerciais e número de folhas totais, terem diferido significativamente pode ser explicar pela competição por luz, água ou nutrientes, que é comum em sistemas consorciados. Os resultados obtidos por Brito (2018) em estudos com consórcio de pimenta malagueta com plantas aromáticas, mostram que os consórcios não interferiram na produtividade da pimenta, favorecendo a atração de diversos grupos de insetos fitófagos, predadores e polinizadores.

Tabela 5– Valores médios dos caracteres altura da planta (ALP); diâmetro do caule (DC); número de folhas comerciais (NFC); massa fresca das folhas comerciais (MFFC); número de folhas totais (NFT) e massa fresca das folhas totais (MFNT), da couve de folhas solteira e consorciada com plantas aromáticas no município de Serra Talhada-PE 2024

Tratamento	ALP (cm)	DC (mm)	NFC	MFFC(g)	NFT	MFT(g)
C	33,00 a	1,7825 a	14,50 a	253,22 a	22,25 a	356,25 a
CCO	29,50 a	1,5750 a	8,00 ab	143,50 a	21,50 a	410,50 a
CM	31,00 a	1,5575 a	8,25 ab	250,00 a	20,00 a	359,75 a
CCOM	20,75 a	0,9500 a	5,25 b	106,25 a	11,25 b	146,75 a
CV%	19,65	34,15	37,31	65,55	20,11	48,31

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferiram significativamente pelo teste de Tukey (P< 0,05). C - Couve solteira; CC0 - couve consorciado com coentro; CM - couve consorciado com manjericão; CC0M: couve consorciada com coentro e manjericão.

Fonte: O autor, 2024.

Lima Neto (2020) constatou que o consórcio entre rabanete e espécies aromáticas e condimentares não apresentou alterações significativas em seu desempenho fisiológico. Já nos estudos realizados por Forlani e Neto (2022), demonstraram que o consórcio de alface americana com almeirão, coentro, rúcula e salsa não afetou significativamente a produtividade das culturas envolvidas, configurando-se como um sistema viável e produtivo.

De modo geral, o comportamento do consórcio pode variar dependendo das espécies utilizadas. Para a implementação eficaz do consórcio, é fundamental considerar as interações entre as espécies. A escolha de plantas que se complementam, em vez de

competirem por recursos, é um fator determinante para o bom desenvolvimento e a alta produtividade do sistema implantado.

5. CONCLUSÕES

Os resultados do estudo demonstraram que a maior representatividade de coleópteros Coccinellidae foi associada ao cultivo solteiro da couve das folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*).

Houve maior incidência de Aphididae e Aleyrodidae no cultivo solteiro da couve de folhas, mostrando que integração do coentro e do manjericão no cultivo da couve das folhas mostrou-se uma opção sustentável para o controle de pragas, além de disponibilizar recursos, como pólen e néctar para os coccinelídeos.

Adultos de *Hippodamia convergens* demostraram ser predadores eficientes de *Lipaphis pseudobrassicae,* apresentando potencial de controle sobre esta praga.

O consórcio não interferiu no desenvolvimento da couve das folhas (*Brassica oleracea* var.*acephala*), visto que, a cultura não foi afetada significativamente, trazendo benefícios para a mesma.

REFERÊNCIAS

[1] AGUIAR, A. T. *et al*. **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. 7. ed. São Paulo: Editoria Instituto Agronômico, 2014.

[2] AL-FRAIHAT, A. H.; ZATIMEH, A. A.; AL-DALAIN, S. Y. The efficiency of salicylic acid and poultry manure on growth and volatile oil production of *Coriandrum sativum* L. plants. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos - SP – Brasil. v. 84, p. e276886, 2023.

[3] AL-KHAYRI, J. M. *et al*. Essential oil from *Coriandrum sativum:* A review on its phytochemistry and biological activity. **Molecules**, Basel; Suíça. v. 28, n. 2, p. 696, 2023.

[4] ALTIERI, M., & Nicholls, C. (2004). **Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems** *[s. l.]* (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781482277937, 2018.

[5] AZEVEDO, A. M. *et al*. Divergência genética e importância de caracteres morfológicos em genótipos de couve. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 48-54, 2014.

[6] BATISTA, M. *et al*. Manjericão (Ocimum basilicum L.) atrai e beneficia a crisopa verde Ceraeochrysa cubana Hagen. **Controle Biológico**, Maranhão, v. 110, p. 98-106, 2017.

[7] BLACKMAN, R. L; EASTOP, V. F. Taxonomic issues. In: EMDEN, H. F.; HARRINGTON, R. Aphids as crop pests. Cambridge: CAB International, 2007.

[8] BRAINER, M. S. C. P. Informe setorial de hortaliças. **Caderno Setorial ETENE.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 4, n.105, 2019.

[9] BRANDÃO, G. R. *et al*. Avaliação da germinação de semente de coentro (*Coriandrum sativum L.*) Em laboratório e bandeja: Evaluation of coriander (*Coriandrum sativum L.*) seed germination in laboratory and tray. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba; Brasil, v.8, n.8, p.55662-55667, 2022.

[10] BRITO, E. A. S. **Consórcio de Plantas Aromáticas com Pimenta Malagueta (Capsicum frutescens) como Estratégia de Manejo de Pragas.** 2018.33 f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa. 2018.

[11] CARVALHO, L. M. *et al*. Ocorrência de lagarta-da-couve em capuchinha. **Circular técnico**. Belo Horizonte – MG, n. 401, 2024.

[12] CELLI, N. D. G. R. *et al*. The way to maturity: taxonomic study on immatures of Southern Brazilian Coccinellini (Coleoptera: Coccinellidae) species important in biological control. **Zoologia (Curitiba)**, v. 38,

p. e64154, 2021.

[13] COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. Aspectos fitossanitários da cultura da alface. **Instituto Biológico**; Boletim Técnico**,** São Paulo - SP Nº 29 - págs. 1-126, 2017.

[14] COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Pragas dos citros: cochonilhas, pulgões, minador dos citros, cigarrinhas, bicho furão e mosca branca dos citros. **Revista Agronomia Brasileira**, [*s. l.*], v. 4, n. 1, p. 1-9, 2020.

[15] EVANS, E. W.; GUNTHER, D. I. The link between food and reproduction in aphidophagous predators: a case study with *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology**, EUR. v. 102, n. 3, p. 423, DOI: 10.14411/eje.2005.060, 2005.

[16] FERREIRA, S. E. The cause of resistance of *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis, 1914) to the parasitoid Diaeretiella rapae (McIntosh, 1855) and its influence on parasitism of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776). Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013. DOI https://doi.org/10.14393/ufu.di.2013.192

[17] FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG, Brazil: Ed. UFV, 2008.

[18] FONTES, E.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. 1. Ed. Brasília, 2020.

[19] FORLANI, R. T.; NETO, D. C. O. R. Produção orgânica de alface americana em consórcio com almeirão, coentro, rúcula e salsa. **Scientific Electronic Archives**, *[S. l.]*, v. 15, n. 12, 2022. DOI: 10.36560/151220221639.

[20] FRANÇA, M. F. M. S. *et al*. Germination test and ornamental potential of different basil cultivars (Ocimum spp.). **Ornamental Horticulture**, Brasília-DF, Brazil, v. 23, n. 4, p. 385-391, 2017.

[21] FUJIHARA, R. *et al.* **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias.** Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Editora FEPAF. **Botucatu, SP**, 2011.

[22] GALLO, D. *et al*. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 920 p.

[23] GUO, H. *et al*. Anidrase carbônica salivar II em morfologia de pulgão alado facilita infecção de plantas por vírus. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Proc. Natl. Acad. Sci. EUA, v. 120, n. 14, p. e2222040120, 2023.

[24] HODEK, I, HONEK, A. Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, **Publ., Dordrecht**, pp. 239–318.1996

[25] HODEK, I.; EVANS, E. W. ***Food relationships***, pp. 141-274. In: I. HODEK, H. F. VAN EMDEN, A. HONĚK. *Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae)*. Chichester: Willey-Blackwell. 2012.

[26] **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Couve*. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/couve/br. Acesso em: 19 jun. 2025.

[27] IŞIKBER, A. A. Resposta funcional de dois predadores coccinelídeos, Scymnus levaillanti e *Cycloneda sanguinea*, ao pulgão do algodão, *Aphis gossypii*. **Revista turca de agricultura e silvicultura**, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 347-355, 2005.

[28] JÚNIOR, A. L. B.; DOS SANTOS, T. M. D.; KURANISHI, A. K. Desenvolvimento larval e capacidade predatória de Cycloneda sanguinea (L.) e Hippodamia convergens Guérin-Men. alimentadas com Aphis gossypii Glover sobre cultivares de algodoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR; Brasil, v. 26, p. 239-244, 2004.

[29] KUNDOO, A. A; KHAN, A. A. Coccinelídeos como agentes de controle biológico de insetos de corpo mole: Uma revisão. **Journal of Entomology and Zoology Studies** . [*s. l.*], v. 5, n. 5, p. 1362-1373, 2017.

[30] LEFSRUD, M. *et al*. Alterações nas concentrações de pigmentos carotenoides e clorofila da couve (Brassica oleracea L. var. acephala) durante a ontogenia foliar. **Scientia Horticulturae.** *[s. l.]* v. 112, n. 2, p. 136-141, 2007.

[31] LI, C. *et al*. The productive performance of intercropping. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, *[s. l.]* v. 120, n. 2, p. e2201886120, 2023.

[32] LIMA NETO, B. P. **Desempenho produtivo e fisiológico do rabaneteiro em consorciação com**

espécies aromáticas e condimentares. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia). Fortaleza. 2020.

[33] LOPES, C. V. A; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrochemicals and their impacts on human and environmental health: a systematic review. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro; Brasil, V. 42, N. 117, P. 518-534, 2018.

[34] LÓPEZ-LUQUE, E. B. et al. Capacidad de Depredación de Coccinellidae sobre el Pulgón Amarillo del Sorgo1 en Sinaloa, México. **Southwestern Entomologist**, *[S. l.],* v. 46, n. 2, p. 497-502, 2021.

[35] LUZ, J. M. Q. *et al*. Produção de óleo essencial de Ocimum basilicum L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y aromáticas**, Santiago, Chilev. 13, n. 1, p. 69-80, 2014.

[36] MALLAMA GOYES, A. J.; ERASO GÓMEZ, R. F. Determinación del ciclo biológico de *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) y su capacidad predadora de áfidos (*Aphis sp*.) en condiciones de laboratorio. Dissertação (mestrado) - Universidad de Manizales Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales, Colombia ,2016.

[37] MANDAL, S.; MANDAL, M. Coriander (*Coriandrum sativum L*.) essential oil: Chemistry and biological activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Asian Pac J Trop Biomed v. 5, n. 6, p. 421-428, 2015.

[38] MEDEIROS, M. A. *et al*. Efeito do consórcio cultural no manejo ecológico de insetos em tomateiro**. Embrapa Hortaliças**, Brasília, 2009.

[39] MENEZES, S. M. **Estado nutricional e acúmulo de nutrientes em coentro fertirrigado por gotejamento contínuo e pulsado.** Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, 2018.

[40] MELO JÚNIOR; LUIZ, C. Silício como indutor de resistência em couve folha (brassica *oleracea* l var. acephala) ao afídeo *lipaphis pseudobrasicae* (davis, 1914)(hemiptera: aphididae). 2023. Tese de Doutorado.

[41] MICHEREFF FILHO, M. *et al*. **Guia para identificação de pragas dos brócolis e da couve-flor**. 2021.

[42] MILLÉO, J. *et al*. Resposta funcional comparada entre Harmonia axyridis (Pallas), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) e *Hippodamia convergens Guerin Meneville* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus)(Hemiptera: Aphididae). **EntomoBrasilis**, *[S. l.],* v. 12, n. 2, p. 70-76, 2019.

[43] MORAES, H. F; NUNES, D. H. Diversidade e Abundância de Joaninhas em Cultivo de Cebolinha e em Consórcio Cebolinha-coentro. In: **6º SICT-Sul-Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense**. 2017.

[44] NAJAJRAH, M. *et al*. Mazin. Systematic list, geographic distribution and ecological significance of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) from the West Bank. **Central Palestine) Accepted by T**. McElrath.2019.

[45] NHABANGA, H. P.; MATSINHE, D. Z.; MATSINHE, M. A. D. **avaliação do efeito do coentro no controlo da mosca branca na cultura de tomate em sistema consorciado**. Tese de Doutorado. ISPG,2019.

[46] NOVO, M. C. S. *et al*. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, Brasil, v. 28, n. 3, p. 321-325, 2010.

[47] OLIVEIRA, N. C. et al. Ciclo biológico e Predação de Três Espécies de Coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o Pulgão-gigante do pinus *Cinara atlantica* (Wilson)(Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Botucatu-SP, Brasil, v. 48, p. 529-533, https://doi.org/10.1590/S0085-56262004000400016, 2004.

[48] OLIVEIRA, R. S. V. *et al*. Crescimento e Produção de Manipulação em Diferentes Níveis de Luminosidade e Proporção Hídrica. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, Brazil, v. 38, pág. 324-328, 2020.

[49] Omkar; Srivastava S., 2001. Comparative predatory potential of a ladybird beetle, Coccinella septempunctata Linn, *on six prey* species. **Biological Memoirs.** *[S. l.],* 27, 59-63. 2001.

[50] ORESCA, D. *et al*. Desempenho Agronômico de Sorgo Forrageiro e Milheto Cultivados sob Irrigação com Água Salina e Doses de Nitrogênio no Semiárido Brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e359101018976-e359101018976, 2021.

[51] PEREIRA, A. C. *et al*. O manejo de comunidades de abelhas por meio do cultivo consorciado com manjericão florido (*Ocimum basilicum*) aumenta a polinização e a produtividade do pimentão (*Capsicum annuum*). **Journal of Insect Conservation** ,[*s. l.*], v. 19, n. 3, p. 479-486, 2015.

[52] RABELO, J. S. *et al*. Agronomic Preliminary Performance of Two Radish Cultivars Intercropped With Coriander. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge; Inglaterra, v. 11, n. 18, p. 173, 2019.

[53] RAMOS, D. A. *et al*. **Avaliação da couve de folha em diferentes classes de solos e doses de bokashi**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB 2019.

[54] RESENDE, A. L. S. *et al*. Comunidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em consórcio de couve (Brassica oleraceae var. acephala) com coentro (Coriandrum sativum) sob manejo orgânico. **Revista brasileira de agroecologia**, *[S. l.],* v. 6, n. 1, p. 81-89, 2011.

[55] RESENDE, A. L. S. *et al*. Primeiro registro de Lipaphis pseudobrassicae Davis (Hemiptera: Aphididae) e sua associação com insetos predadores, parasitóides e formigas em couve (Cruciferae) no Brasil. Alemanha: Springer Nature. **Entomologia Neotropical**, v. 35, p. 551- 555, 2006.

[56] RIGOTTO, R.; VASCONCELOS, D.; ROCHA, M. M. Pesticide use in Brazil and problems for public health. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, p. 1360-1362, 2014.

[57] ROCHA, H. C. R. et al. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de folhas de capim citronela (*Cymbopogon nardus (L.*) *Rendle*) em cultivo consorciado com algodoeiro colorido no semiárido mineiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Janaúba; Brasil, Embrapa Cocais.v. 14, p. 183-187, 2012.

[58] SÁNCHEZ-ANTEZANA. *et al*. Biología, capacidad depredadora y comportamiento de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) como controlador biológico de *Aphis spiraecola Patch*, 1914 (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro; Brasil, v. 10, p. 105-129, 2022.

[59] ŠAMEC, D. *et al*. Couve (Brassica oleracea var. acephala) como um superalimento: Revisão das evidências científicas por trás da declaração. **Críticas críticas em ciência alimentar e nutrição**, *[s. l.]* v. 59, n. 15, p. 2411-2422, 2019.

[60] SANTOS, K. F. A. et al. Impacto de seis inseticidas comumente utilizados no controle de pragas agrícolas sobre o predador generalista Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere** , Amsterdã; Holanda v. 186, p. 218-226, 2017.

[61] SANTOS, R. *et al*. **Eficiência de bioinseticida e inseticida natural no controle de pulgão verde (*myzus persicae*) em couve-manteiga *(Brassica oleracea var. acephala*).** TCC(Graduação)- Instituto federal de educação, ciência e tecnologia goiano – campus posse, Posse- GO; Brasil, 2023.

[62] SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C; LIMA, P. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa v. 61, p. 829-837, 2014.

[63] SEIF, A. A; NYAMBO, B. Manejo integrado de pragas para produção de Brassica na África Oriental**. IPM for brassica production in East Africa, Africa,** 2013.

[64] SILVA, B. H. O. **Cultivo consorciado de repolho com hortaliças condimentares: desempenho agronômico, plantas companheiras e manejo ecológico de pragas**. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Meterinária Programa de pós-graduação em Agronomia, Brasília/DF, 2024.

[65] SILVA, C. P. *et al*. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga, Ascophyllum nodosum. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN – Brasil; v.6, n.1, p. 07, 2012.

[66] SILVA, M. A. D.; COELHO JÚNIOR, L. F.; SANTOS, A. P. Vigor de sementes de coentro (Coriandrum sativum L.) provenientes de sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu; Brasil, v.14, n.esp., p.192-196, 2012.

[67] SILVA, S. M. et al. Ocimum basilicum essential oil combined with deltamethrin to improve the

management of Spodoptera frugiperda. **Ciência e Agrotecnologia**, [*s. l.*], v. 41, n. 6, p. 665-675, 2017.

[68] SILVA, W. R. *et al*. Lethal and sublethal effects of insecticides used in the management of Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) on the predator Cycloneda sanguinea L.(Coleoptera: Coccinellidae). **Pest Management Science**, [*s. l.*], v. 78, n. 10, p. 4397-4406, 2022.

[69] SOUZA, I. L. Controle biológico de pragas do pimentão (*Capsicum annumm L.*) orgânico em cultivo protegido associado a manjericão (*Ocimum basilicum L.*). Tese (Doutorado) **Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, PhD Diss**, 2014.

[70] TAMASHIRO, L. *et al*. Predatory capacity and intraguild interaction between aphidophagous predators in the control of rose bush aphids. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 67, p. e20220107, 2023.

[71] TOGNI, P H B *et al*. Dinâmica populacional de Bemisia tabaci biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sob cultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 183-188, 2009.

[72] TOGNI, P. H.B. *et al*. Mecanismos subjacentes à atração inata de um coccinelídeo afidófago por plantas de coentro: Implicações para o controle biológico de conservação. **Biological control**, *[s. l.],* v. 92, p. 77-84, 2016.

[73] TRANI, P. E. *et al*. **Couve de folhas: do plantio á pós-colheita**. Editoria do Instituto Agronômico. Boletim Técnico IAC, Campinas-SP, Brasil; n. 214, 2015.

[74] VARGAS, G.; MICHAUD, J. P.; NECHOLS, J. R. Cryptic maternal effects in H ippodamia convergens vary with maternal age and body size. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [*s. l.*], v. 146, n. 2, p. 302-311, 2013.

[75] VENZON, M. *et al*. Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. 40, n. 305, p. 21-29, 2019.

[76] ZAWADNEAK, M. A. C. *et al*. Olericultura: pragas e inimigos naturais. **SENAR–PR**, Paraná/Curitiba**,** 2015.

Capítulo 8

Viroides no Nordeste brasileiro: uma revisão narrativa

Rebeca, B. F. S.
Priscila, A. G.
Rosimeire, P. O.
José, H. O.
Elielson, S. R.

Resumo: Este trabalho objetivou analisar a presença e os impactos dos viroides em culturas agrícolas do Nordeste brasileiro, destacando a necessidade de estudos aprofundados sobre esses patógenos vegetais de RNA. Trata-se de uma revisão narrativa, fundamentada em artigos publicados nas últimas duas décadas, que investigam a ocorrência de viroides em diferentes espécies hospedeiras. Como resultado, apenas dois artigos apresentam uma investigação de viroides em videiras de Pernambuco. A escassez de publicações específicas para a região revela uma lacuna preocupante no conhecimento, que compromete a implementação de estratégias de manejo fitossanitário. A pesquisa sugere a urgência de ações integradas entre instituições, produtores e políticas públicas para fortalecer a resiliência da agricultura frente a estes fitopatógenos.

Palavras-chave: Viroides, Viroides no Brasil, RNA patogênico.

1. INTRODUÇÃO

Os viroides são agentes subvirais e os menores fitopatógenos conhecidos, com tamanhos que variam entre 246 a 401 nucleotídeos, ou seja, cerca de dez vezes menores do que os menores genomas virais conhecidos (Eiras et al., 2009). São compostos por uma cadeia simples de RNA circular, covalentemente fechada (Venkataraman et al., 2021). Diferente dos vírus, não possuem envoltório proteico, não codificam quaisquer proteínas e apresentam replicação autônoma na célula hospedeira (Fajardo et al., 2018), porém dependem da interação com fatores do hospedeiro para completar seu ciclo de infecção (Steger & Perreault, 2016). São geralmente altamente contagiosos sendo capazes de causar doenças severas em plantas cultivadas (Atallah et al., 2023).

Apesar de serem fitopatógenos autorreplicantes, os hospedeiros dos viroides incluem tanto espécies herbáceas quanto lenhosas (agronômicas ou ornamentais), como, por exemplo, maçã, abacate, coco, videira, lúpulo, pêssego, batata e tomate (Adkar-Purushothama & Perreault, 2020). A identificação de plantas infectadas por viroides pode ser realizada pelo método clássico de verificação da sintomatologia em hospedeiros indicadores ou por métodos moleculares, como hibridização de ácidos nucleicos ou reação em cadeia da polimerase (Hammond & Owens, 2006).

No Nordeste Brasileiro, região com expressiva atividade agrícola e clima propício à proliferação de fitopatógenos, a presença de viroides representa uma ameaça à produtividade e segurança alimentar. Apesar disso, poucos estudos tratam da ocorrência e impacto desses agentes na agricultura regional, o que dificulta o desenvolvimento de estratégias de controle eficazes.

As culturas de maior expressão econômica, como o tomate, a banana e os citros, são vulneráveis a diferentes tipos de viroides, os quais se disseminam por meio de enxertos, lesão mecânica, pólen, insetos, sementes (Hadidi et al., 2024), além de ferramentas agrícolas contaminadas e contato foliar entre plantas vizinhas (Hammond & Owens, 2006). A ausência de sintomas específicos em muitas fases da infecção torna o diagnóstico precoce desafiador, favorecendo a disseminação silenciosa desses agentes. Além disso, o manejo inadequado, o uso de material vegetal de origem duvidosa e a ausência de políticas regionais de vigilância fitossanitária contribuem para o agravamento do problema.

Compreender os mecanismos de infecção, as espécies prevalentes e as condições favoráveis à propagação são essenciais para a redução dos prejuízos nas lavouras e assegurar a sustentabilidade das cadeias produtivas. A integração de técnicas de detecção molecular, a implementação de medidas de quarentena e a conscientização de produtores e técnicos sobre práticas seguras são fundamentais para o controle efetivo. A presente revisão busca contribuir para esse entendimento, mapeando os estudos existentes, identificando lacunas de conhecimento e propondo perspectivas de enfrentamento do problema com foco na realidade nordestina.

2. CLASSIFICAÇÃO DOS VIROIDES

Atualmente, os viroides são classificados em duas famílias e oito gêneros de acordo com suas propriedades biológicas e moleculares: *Avsunviroidae* e *Pospiviroidae* (Di Serio et al., 2014). Na família *Avsunviroidae* existem três gêneros descritos (*Avsunviroid*, *Pelamoviroid* e *Elaviroid*) com um total de cinco espécies. Nesta família, os viroides que se replicam nos cloroplastos e apresentam atividade ribozimática nos RNA de ambas as polaridades, ou

seja, são capazes de auto clivagem durante o processo de replicação. Já na família *Pospiviroidae*, os viroides apresentam uma região central conservada (CCR) e replicação nuclear sem a participação de ribozimas (RNA auto catalíticos). Estão descritos cinco gêneros (*Pospiviroid*, *Hostuviroid, Cocadviroid*, *Apscaviroid*, *Coleviroid*) totalizando mais de trinta espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação em ordem alfabética dos viroides em famílias, gêneros e espécies de acordo com o *International Committee on Taxonomy of Viruses* (ICTV). Em negrito, estão as espécies que foram confirmadas nas amostras de Pernambuco abordadas nesta revisão

Família	Gênero	Espécies	Acrônimo
Avsunviroidae	*Avsunviroid*	***Avocado sunblotch viroid***	**ASBVd**
	Elaviroid	***Eggplant latente viroid***	**ELVd**
	Pelamoviroid	***Apple hammerhead viroid***	**AHVd**
		Chrysanthemun chlorotic mottle viroid	**CChMVd**
		Peach latente mosaic viroid	**PLMVd**
Pospoviroidae	*Apscaviroid*	*Apple dimple fruit viroid*	ADFVd
		Apple scar skin viroid	ASSVd
		Australian grapevine viroid	AGVd
		Citrus bent leaf viroid	CBLVd
		Citrus dwarfing viroid	CDVd
		Citrus viroid original source	CVd-OS
		Citrus viroid V	CVd-V
		Citrus viroid VI	CVd-VI
		Dendrobium viroid	DVd
		Grapevine latent viroid	GLVd
		Grapevine yellow speckle viroid 1	**GYSVd-1**
		Grapevine yellow speckle viroid 2	GYSVd-2
		Grapevine yellow speckle viroid 3	GYSVd-3
		Lychee viroid-like RNA	LVd-like RNA
		Pear blister canker viroid	PBCVd
		Persimmon viroid	PVd
		Persimmon viroid 2	PVd-2
		Plum viroid I	PlVd-1
	Cocadviroid	*Citrus bark cracking viroid*	CBCVd
		Coconut cadang-cadang viroid	CCCVd
		Coconut tinandaja viroid	CTiVd
		Hop latent viroid	HLVd
	Coleviroid	*Coleus blumei viroid 1*	CbVd-1
		Coleus blumei viroid 2	CbVd-2
		Coleus blumei viroid 3	CbVd-3
		Coleus blumei viroid 5	CbVd-5
		Coleus blumei viroid 6	CbVd-6
	Hostuviroid	***Hop stunt viroid***	**HSVd**
	Pospiviroid	*Chrysanthemum stunt viroid*	CSVd
		Citrus exocortis viroid	CEVd
		Columnea latent viroid	**CLVd**
		Iresine viroid 1	IrVd-1
		Pepper chat fruit viroid	PCFVd
		Portulaca latent viroid	PoLVd
		Potato spindle tuber viroid	**PSTVd**
		Tomato apical stunt viroid	TASVd
		Tomato chlorotic dwarf viroid	TCDVd
		Tomato planta macho viroid	TPMVd

Fonte: ICTV *online* (https://talk.ictvonline.org/taxonomy/)

De acordo com a tabela acima, muitos viroides provocam doenças em culturas de grande importância para o Nordeste Brasileiro, como o tomate, a banana, o coco, a maçã, a pera e os citros. Wierzbicki & Eiras (2021) descrevem que alguns viroides são favorecidos por intensidade da luminosidade e temperaturas elevadas (em torno de 30^0C), que refletem tanto no aumento da replicação como no desenvolvimento dos sintomas por eles induzidos. Além disso, a presença de plantas hospedeiras (reservatório de viroides) e a transmissão mecânica favorecem a disseminação destes fitopatógenos, tornando-os de difícil controle nos cultivos.

3. MANEJOS E CONTROLES PREVENTIVOS ESPECÍFICOS CONTRA VIROIDES

O meio mais eficaz para o controle de doenças provocadas por viroides é a exclusão ou erradicação de materiais infectados (Hammond & Owens, 2006). Sabe-se que a principal forma de transmissão destes fitopatógenos é através do trânsito de material propagativo (gemas, mudas e estacas infectadas) (Barbosa et al., 2020). A planta infectada pode servir de fonte de inóculo, uma vez que a transmissão mecânica (por meio da tesoura de poda e outras ferramentas de cultivo) é uma possibilidade dentre os viroides.

Alguns materiais infectados são valiosos para serem descartados. Sendo assim, a lâmina dos instrumentos de corte deve ser exposta a uma solução de hipoclorito de sódio a 2%. Para evitar a corrosão, deve-se mergulhá-la rapidamente após a desinfecção em solução neutralizante composta por vinagre e água (1:3) e duas colheres de chá de óleo mineral para pulverização (Barbosa et al., 2020).

O viroide GYSVd-1, assim como a maioria dos viroides, não possui vetores, sendo o homem o principal agente disseminador desse fitopatógeno. Dessa forma, Leone et al. (2020) descreveram outras estratégias de controle dos viroides:

1. Projetar regulamentos e políticas fitossanitárias afins de prevenir a entrada de mudas infectadas e a disseminação de pragas. Desta forma, a implantação de testes moleculares para a identificação de patógenos quarentenários e/ou exóticos evitam a disseminação de viroides não existentes no território brasileiro.
2. Adotar Programa de Certificação para plantas cítricas e outras frutíferas (hospedeiras de viroide) no País para auxiliar na prevenção e disseminação de viroides.
3. Controlar a disseminação de viroides através da conscientização dos produtores sobre a doença, transmissão e formas de controle.
4. Levantar periódicos associados a testes moleculares e verificar quanto à ocorrência e distribuição geográfica dos viroides nas áreas de cultivo brasileiras.

Os métodos de diagnóstico como imunoensaios são ferramentas valiosas na identificação de plantas infectadas por viroides (DEVI et al., 2024). Cabe ressaltar que após a constatação de que a planta está infectada, não haverá possibilidade de controle, sendo as únicas estratégias a prevenção ao substituir a muda ou o convívio com o patógeno no campo. Alguns viroides possuem uma gama de hospedeiros restritos, o que pode facilitar as medidas de manejo (Wierzbicki & Eiras, 2021).

Os viroides que infectam árvores frutíferas podem ser eliminados por termoterapia e cultura de meristemas, fornecendo assim uma fonte de material de propagação livre de viroides, como no caso do ASSVd em macieira. Por fim, medidas de controle através de

biotecnologia incluindo desenvolvimento de plantas resistentes também se tornam eficazes contra os viroides (Hammond & Owens, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com abordagem descritivo-analítica. A seleção dos trabalhos foi feita a partir de busca em bases científicas como SciELO, Google Scholar e Periódicos CAPES, com foco em artigos que abordassem viroides em culturas agrícolas do Nordeste do Brasil. As palavras-chave utilizadas foram "viroides", "fitopatologia", "ocorrência de viroides" e "viroides no Nordeste".

Foram priorizados artigos publicados entre os anos de 2000 a 2024, com recorte em cultivos regionais e metodologias de detecção molecular, bem como estudos que discutissem os impactos econômicos e sociais das infecções viroidais. O critério de inclusão foi a relevância do estudo para a agricultura nordestina, e excluíram-se publicações sem revisão por pares ou que tratassem de regiões fora do foco geográfico definido. Foram selecionados apenas dois artigos de relevância que atendiam aos critérios de análise propostas e com as informações específicas do Nordeste.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca por artigos que descrevessem estudos envolvendo presença de viroides em culturas no Nordeste Brasileiro revelou a existência de apenas duas pesquisas, sendo que ambas foram realizadas pelo mesmo grupo de pesquisadores. Estas pesquisas de Fajardo et al. (2016) e Fajardo et al. (2018) foram realizadas em campos de videira de diferentes Estados Brasileiros incluindo Pernambuco como representante do Nordeste.

A videira (*Vitis* spp.) é uma fruteira de importância global, considerando sua importância socioeconômica e área cultivada. Entre os patógenos da videira transmissíveis por enxerto, vírus e viroides podem reduzir o vigor da planta, o rendimento, a produtividade e a qualidade dos frutos. As perdas são especialmente significativas em infecções mistas (Basso et al., 2017).

No estudo de Fajardo et al. (2018), dezessete genótipos foram amostrados de três coleções de videiras, mantidas por instituições de pesquisa brasileiras nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Pernambuco, Brasil. As plantas de *V. vinifera* avaliadas eram sintomáticas, exibindo sintomas foliares semelhantes aos da infecção; outros genótipos eram assintomáticos. Importante ressaltar que nesta pesquisa o viroide foi encontrado tanto em espécies cultivadas quanto selvagens de Vitis (*V. flexuosa* e *V. tillifolia* – RS e *V. gigas* - SP).

Os dois genótipos de *V. vinifera*, oriundos de Pernambuco, das cultivares Syrah e Tempranillo, apresentaram o viroide *Hop stunt viroid* (GenBank MF774869 e MF774870, respectivamente). A detecção foi feita por ensaios moleculares. De acordo com Stegar & Perreault (2016), este é um dos viroides mais comuns no mundo, e é a espécie típica do gênero *Hostuviroid*, família *Pospiviroidae*.

No segundo estudo de Fajardo et al. (2016), os objetivos foram confirmar a infecção por GYSVd-1 em cinco fontes de videira com sintomas de pinta amarela e em amostras assintomáticas positivas para GYSVd-1 por NGS, e realizar a caracterização molecular desses isolados. Além disso, a ocorrência desse viroide foi investigada em dezesseis

amostras provindas de três coleções de videiras do Rio Grande do Sul, São Paulo e Pernambuco. Como resultado, os dois genótipos de *V. vinifera* oriundos de Pernambuco, das cultivares Syrah e Tempranillo, apresentaram infecção pelo viroide *Grapevine yellow speckle viroid 1* (GenBank KU880715).

O GYSVd-1 pode induzir, em videira, sintoma foliar conhecido por "salpicado amarelo" (em inglês, *yellow speckle*) que podem ser mais ou menos intensos, do qual se origina sua nomenclatura. Em períodos mais quentes os sintomas podem se intensificar e, normalmente, no final do verão, os sintomas tornam-se mais evidentes, indicando uma relação direta da expressão de sintomas com a temperatura. Este viroide induz sintomas com consequente prejuízo às plantas e perdas de produção. O fato de permanecer assintomático, principalmente em condições de clima frio, facilita sua disseminação via material propagativo infectado.

Comparativamente, existe um maior número de estudos voltados a detectar viroides em outras regiões do Brasil, principalmente no Sudeste. Já no Estado do Rio de Janeiro há a pesquisa de Leone et al. (2020), enquanto que No Estado de São Paulo há diversos estudos tais como Targon et al. (2005), Targon et al. (2006), Eiras et al. (2006) e Eiras et al. (2010).

A pesquisa de Eiras et al. (2010) descreve que o viroide *Citrus dwarfing viroid* (CDVd), anteriormente conhecido como viroide cítrico III, foi detectado no estado de São Paulo em 2001, causando redução do tamanho de plantas infectadas. Também descreveu que a caxexia ou xiloporose cítrica é uma doença provocada por *Hop stunt viroid* (HSVd). Originalmente considerada de etiologia viral, descobriu-se que esta doença é de etiologia viroidal. Este estudo também identificou que *Citrus exocortis viroid* (CEVd), *Hop stunt viroid* (HSVd) e *Citrus dwarfing viroid* (CDVd) podem ocorrer em diferentes combinações.

Esta revisão revelou uma clara carência de estudos dedicados exclusivamente aos viroides no Nordeste Brasileiro, uma vez que os dois artigos que analisam amostras de Pernambuco também incluem amostras do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Desta forma, ressalta-se a importância no investimento em estudos sobre viroides no Nordeste do Brasil, considerando os danos que esses agentes causam à agricultura regional. A ausência de informações detalhadas limita o diagnóstico e a formulação de medidas preventivas, favorecendo a disseminação dos patógenos. A partir das evidências analisadas, destaca-se a urgência de ações integradas que envolvam pesquisa, extensão rural e formulação de políticas públicas voltadas ao manejo de viroides.

6. CONCLUSÃO

Apesar da diversidade de culturas afetadas por viroides, a abordagem ainda é fragmentada. Os estudos se concentram em descrições pontuais de ocorrências, sem um panorama epidemiológico mais amplo, principalmente no Nordeste. A ausência de políticas públicas voltadas ao monitoramento e controle específico destes fitopatógenos contribui para a sua subnotificação, dificultando o manejo adequado. A disseminação ocorre, muitas vezes, de forma silenciosa e contínua, afetando produtores que desconhecem a origem dos sintomas observados nas lavouras.

As possíveis limitações como a escassez de laboratórios especializados na região e a baixa capacitação técnica de alguns extensionistas rurais dificultam a identificação precoce e o controle eficiente. Diante disso, torna-se urgente fomentar colaborações entre universidades, instituições de pesquisa e produtores rurais, visando o avanço do

conhecimento e a elaboração de estratégias regionais de prevenção e combate às infecções por viroides.

Além disso, é essencial promover capacitações para agricultores e técnicos, bem como ampliar o acesso a tecnologias de detecção precoce. O desenvolvimento de um método diagnóstico, dos principais viroides é uma ferramenta fundamental para o controle, monitoramento integrado, auxílio no melhoramento e compreensão do status epidemiológico. Somente com base em informações científicas sólidas será possível preservar a produção agrícola e garantir a segurança alimentar das populações que dependem do campo para sua subsistência. Dessa forma, o fortalecimento das pesquisas nesse campo contribuirá significativamente para o desenvolvimento sustentável da agricultura nordestina.

REFERÊNCIAS

[1] Adkar-Purushothama, C.R.; Perreault, J.P. Current overview on viroid–host interactions. **Wiley Interdiscip. Rev. RNA**, v. 11, n. 2, 2020.

[2] Atallah, O.O.; Yassin, S.M.; Verchot, J. New insights into *Hop latent viroid* detection, infectivity, host range, and transmission. ***Viruses***, v. *16, n.* 1, p. 30, 2024.

[3] Barbosa, C.J.; Santos Filho, H.P.; Rodrigues, M.I.S. Viróides dos citros. **Revista Bahia Agrícola**, v. 4, n. 1, 2000.

[4] Basso, M.F.; Fajardo, T.V.M.; Saldarelli, P. Grapevine virus diseases: economic impact and current advances in viral prospection and management. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 39, n. 1, 2016.

[5] Devi, B.M.; Guruprasath, S.; Balu, P.; Chattopadhyay, A.; Thilagar, S. S.; Dhanabalan, K. V.; Choudhary, M.; Moparthi, S.; Jailani, A.A.K. Dissecting diagnostic and management strategies for plant viral diseases: What next? **Agriculture**, v. 14, n. 284, 2024. <https://doi.org/10.3390/agriculture14020284>

[6] Di Serio, F.; Flores, R.; Verhoeven, J.T.J.; Li, S.F.; Pallas, V.; Randles, J.W.; Sano, T.; Vidalakis, G.; Owens, R.A. Current status of viroid taxonomy. **Arch. Virol.**, v. 159, p. 3467-3478, 2014.

[7] Eiras, M.; Targon, M.L.P.N.; Fajardo, T.V.M.; Flores, R.; Kitajima, E.W. *Citrus exocortis viroid* and *Hop stunt viroid* doubly infecting grapevines in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 440-446, 2006.

[8] Eiras, M.; Silva, S.R.; Stuchi, E.S.; Targon, M.L.P.N.; Carvalho, S.A. Viroides em citros. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, 5, 275-296, 2009.

[9] Eiras, M. Viroides, pequenos RNAs patogênicos capazes de replicação autônoma: Modelos moleculares para o estudo de interações patógeno-hospedeiro e evolução. **Arq. Inst. Biol.**, v. 77, n. 4, p. 751-758, 2010.

[10] Eiras, M.; Silva, S.R.; Stuchi, E.S.; Flores, R.; Daròs, J.A. Viroid species associated with the bark-cracking phenotype of 'Tahiti' acid lime in the State of São Paulo, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 5, p. 303-309, 2010.

[11] Fajardo, T.V. M.; Eiras, M.; Nickel, O. First report of Hop stunt viroid infecting *Vitis gigas*, *V. flexuosa* and *Ampelopsis heterophylla*. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 13, n. 3, 2018.

[12] Hadidi, A.; Flores, R.; Randles, J.W.; Palukaitis, P. Viroids and satellites and their vector interactions. **Viruses**, v. 16, n. 10, p. 1598, 2024.

[13] Hammond, R.W.; Owens, R.A. Viroids: new and continuing risks for horticultural and agricultural crops. Online. **APSnet Features**, 2006. <<http://doi: 10.1094/APSnetFeature-2006-1106>>. Accessed 28 Julho 2025.

[14] Leone, J.A.B.; Souza, J.F.; Santos, A.F.A.; Brioso, P.S.T. Viroides em citros no Estado do Rio de Janeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 2, p. 121-128, 2020.

[15] Steger, G.; Perreault, J.P. Structure and associated biological functions of viroids. **Adv. Virus Res.**, v. 94, p. 141-172, 2016.

[16] Targon, M.L.P.N.; Carvalho, S.A.; Medina, C.L.; Müller, G.W.; Stuchi, E.S.; Borges, K.M.; Machado, M.A. Identificação de viroides ocorrendo em pomares de lima ácida Tahiti Quebra-Galho em Holambra, (SP). **Laranja**, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2006.

[17] Targon, M.L.P.N.; Carvalho, S.A.; Stuchi, E.S.; Sousa, J.M.; Muller, G.W.; Borges, K.M.; Machado, M.A. Hybridization techniques for indexing of citrus viroids in São Paulo State, Brazil. **Laranja**, v. 26, p. 25-38, 2005.

[18] Venkataraman, S.; Badar, U.; Shoeb, E.; Hashim, G.; Abouhaidar, M.; Hefferon, K. An inside look into biological miniatures: Molecular mechanisms of viroids. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 22, n. 6, p. 2795, 2021.

[19] Wierzbicki, R.; Eiras, M. Pospiviroides de importância para hortaliças e ornamentais: Panorama dos aspectos fitopatológicos e dos riscos para os sistemas agrícolas brasileiros. **RAPP.**, v. 27, p. 51 – 76, 2021.

Autores

AUTORES

EZEQUIEL REDIN (ORGANIZADOR)

Curso Superior de Tecnologia em Agropecuária: Sistemas de Produção (UERGS) - CREA RS 160488; Bacharelado em Administração (ULBRA); Licenciatura plena para a Educação Profissional (UFSM); Licenciatura em Filosofia (UFSM); Licenciatura em Sociologia (Unip); Pós-graduação em Gestão Pública Municipal (UFSM); Pós-graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas à Educação (UFSM); Pós-graduação em Ensino de Sociologia no Ensino Médio (UFSM); Pós-graduação em Ensino de Filosofia no Ensino Médio (UFSM); Mestrado e Doutorado em Extensão Rural (PPGExR/UFSM); Editor da Revista Extensão Rural (UFSM). Atualmente é Professor do Departamento de Ensino do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e Professor Permanente do Programa de Pós-graduação em Estudos Rurais (PPGER) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Diamantina, MG. É avaliador credenciado do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASis) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP/MEC.

ALESSANDRA REZENDE RAMOS

Bacharel em Biologia pela Universidade Federal do Pará, Mestrado em Genética e Biologia Molecular na mesma Instituição e Doutorado em Genética e Biologia Molecular realizado numa parceria entre Embrapa Recursos Genéticos e UFPA. Professor Associado II do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, da Universidade Federal do Oeste do Pará. Membro permanente do Programa de Pós Graduação de Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Tem experiência na área de Biologia Molecular (Interação Planta-patógeno), Fitotecnia, Ensino e Aprendizagem em Ciências e Educação Ambiental.

ALINE DAYANNA ALVES DE LIMA MARCELINO

Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Campina Grande (2015), Especialização em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Candido Mendes (2018); Mestrado em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB - EMBRAPA (2018) Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2023), na pesquisa atuando principalmente nos seguintes temas: estresse abiótico, salinidade, fisiologia vegetal, enzimas antioxidantes; na docência atuou na UEPB nas disciplinas de Histologia, Genética Humana , Citologia e Biologia Molecular, atualmente é Professora de Bioquímica, Histologia e Biologia Celular da UNIFIP.

ANTÔNIO NEWTON LICCIARDI

Professor e pesquisador na Universidade Presbiteriana Mackenzie, doutor em Engenharia Elétrica e de Computação pela Escola Politécnica da USP, mestre em Engenharia Elétrica (Telecomunicações e Computação) e em Gestão/Estratégia pela Université Libre de Bruxelles, e engenheiro eletrônico pelo ITA (formado com menções honrosas). Atua há mais de 30 anos em TI e Telecomunicações, com passagens como CTO na Solvay e gerente mundial de Arquitetura na Rhodia, liderando iniciativas globais de estratégia, redes, IoT/AIoT, automação e novos produtos para operadoras de telecomunicações. Comendador pela Sociedade Brasileira de Educação (SBEI), leciona e orienta em Sinais & Sistemas, Processamento Digital de Sinais, Arquitetura de Computadores, IoT, drones e sistemas embarcados e em MBAs sobre tecnologia e indústria/economia/governo 4.0. Pesquisa e publica sobre Complexidade, IA aplicada, telecomunicações e engenharia de sistemas, com projetos acadêmico-industriais, inclusive na área de Defesa, e atuação como consultor e avaliador de Concursos Públicos.

CARLOS ROBERTO SILVA DE OLIVEIRA

Doutor em Agronomia - Melhoramento genético de plantas (2024) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com período sanduíche (2023) na Unidade de Pesquisa em Ecofisiologia e Genômica Funcional da Videira (EGFV) do Instituto Nacional de Pesquisa em Agricultura, Alimentação e Meio Ambiente (INRAE), em Bordeaux na França. Mestre em Agronomia - Produção Vegetal (2020) na linha de pesquisa em Melhoramento Genético, pela Universidade Federal do Vale

AUTORES

do São Francisco (UNIVASF). Engenheiro Agrônomo pela UNIVASF (2017) com período sanduíche (2013-2015) no Institute of Technology Tralee (ITTralee - Irlanda), onde cursou disciplinas na área de Agricultura Sustentável.

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA

Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestrado e Doutorado em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Associado das áreas de Zoologia e Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Entomologia (PPGE/UFRPE).

CLÁUDIA HELENA CYSNEIROS MATOS

Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestrado e Doutorado em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora Associada das áreas de Zoologia e Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV/UFRPE).

DJONATHAN ADAMANTE

Mestre e Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) da UTFPR. Especialista em Ensino de Ciências pela UTFPR; Especialista em Alimentos, Nutrição e Saúde no ambiente escolar e Especialista em Gestão em Saúde pela UNILA. Graduado em Medicina Veterinária (Uniguaçu). Graduado em Tecnologia de Alimentos e Licenciado em Química pela UTFPR.

EVELYN AUANE DE OLIVEIRA CASTRO

Graduanda em Agronomia pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano

GEORDAN OLEGÁRIO DOS SANTOS PRIMO

Bacharelado em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

LUCAS MATHEUS MONTEIRO DOS SANTOS

Bacharelado em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

MARIA DE FÁTIMA CAETANO DA SILVA

Doutoranda em Engenharia Agrícola pela UFCG. Mestre em Ciências Agrárias pela UEPB/Embrapa Algodão (2018). Graduada em Química (Licenciatura) pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2010). E em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB (2016). Atuação na área de Irrigação e Drenagem, Melhoramento Genético de Plantas e Biotecnologia.

MARIA JANIELE ALEXANDRE CARVALHO

Bacharelado em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST).

AUTORES

ROSEANE CAVALCANTI DOS SANTOS

Eng. Agronoma, Mestre em Melhoramento de Plantas(UFRPE) e Dra em Biologia Molecular (BNB), com área de especialização em Enhenharia Genética. Pesquisadora Senior da Embrapa Algodão, atuando nas areas de defesa de plantas (especialmente amendoim e algodão), via melhoramento genetico, mitigadores orgânicos e microbianos. Outas áreas de atuação: ecofisiologia de plantas sobre estresse hidrico e salino, alelopatia, sistemas de produção de lavouras herbáceas e melhoria nutricional de sementes. Responsável técnica pelas cultivares comerciais de amendoim da Embrapa, recomendadas para semiarido nordestino. Curadora do Banco de Germoplasma de Arachis hypogaea (amendoim). Colaboradora em pesquisas e Co-orientação de alunos da Pós-Graduaçao em Engenharia Ambiental (UFCG), Lab. de Bioprospecção e Inovação Tecnológica de Produtos Naturais da Amazônia (UFPA), Lab. de Microbiologia (UFCG) e Lab. de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (ESALQ). Orientadora, supervisora e mentora intelectual de bolsistas da Embrapa, CNPq e Capes. Autora de livros técnicos e de artigos cientificos publicados em periodicos nacionais e internacionais.

VIVIANE NUNES DOS SANTOS

Doutora em Agronomia, com ênfase em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2024). Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2020) e graduada em Agronomia pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano (2017). Atualmente cursa especialização em Pós-Colheita de Produtos Hortifrutícolas (IF Sertão-PE). Atuou em cursos de pós-graduação como tutora e conteudista nas áreas de melhoramento genético, microbiologia agrícola, tecnologia de sementes e fruticultura, com experiência na elaboração de materiais didáticos e acompanhamento acadêmico. Possui trajetória de pesquisa nas áreas de biotecnologia, genética vegetal e sustentabilidade agrícola, com foco em caracterização molecular, análise de divergência genética e tolerância a estresses abióticos em plantas. Atualmente é professora substituta na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), onde leciona as disciplinas de Olericultura, Agroecologia e Produção Orgânica.

WANDERSON PEREIRA DOS SANTOS

Engenheiro eletricista com atuação em empresas nacionais e multnacionais (como a Siemens). Atualmente possui atividades no desenvolvimento de smartgrids em redes elétricas. Possui tambem formação técnica na área de automação e na área de eletroeletrônica. É desenvolvedor de sistemas de Internet das Coisas, particularmente com uso de comunicação LPWan e integrações em Nuvem, viabilizando aplicações ao agronegócio..

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson